This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

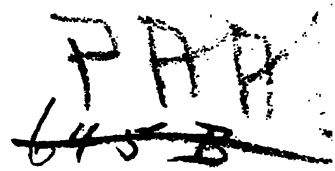
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06274671 8

PAA
Annalen



ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIEDE DER GESELLSCHAFT NATURF. FREUNDE IN BERLIN,
DER BATAVISCHEN GESELLSCHAFT D. WISSENSCHAFTEN ZU HAARLEM,
DER NATURWISSENSCH. SOCIETÄTEN ZU HALLE, GRÖNINGEN, JENA,
MAINZ, MANSFELD U. POTSDAM, UND DER GESELLSCHAFT DER
WISSENSCHAFTEN ZU GÖTTINGEN CORRESPONDENTEN.

SECHS UND ZWANZIGSTER BAND.

NEBST VIER KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1807.

INHALT.

Jahrgang 1807, Band 2,
oder
Sechs u. zwanzigſter Band. — Erſtes Stück.

I. Beiträge über electriſch-geographiſche Polarität, permanente electriſche Ladung, und magnetiſch-chemiſche Wirkungen, vom Prof. Erman, Mitgliede der königl. Akad. der Wiſſenſchaften zu Berlin Seite 1

1. Von der geographiſchen Polarität der Electricität 4

Das Polarlicht 5; Möglichkeit direkter Beweiſe 12; Verſuche der etwanigen telluriſchen Polarität des Electricismus nachzuſpüren 14 mit dem Turmalin 15, dem Electrometer 18, einem electriſchen Verſorium 19, durch galvani'ſche Electricität 20; des Herrn Akad. Ritter Behauptungen von einer ſogenannten galvani'ſchen Magnetnadel 21; prüfende Verſuche damit 23; Aufklärung einer Sage von der Bouſſole des Chineſen 38

(Die Fortſetzung im folgenden Hefte.)

II. Ergänzungen zu dem im vorigen Hefte der Annalen befindlichen Auszuge aus der Abhand-

lung der Herren Biot und Arago über die Verwandtſchaft der Körper zum Lichte und das Brechungsvermögen der Gasarten, von Gilbert.

Einige Notizen Seite 38

1. Meſſung des Brechungswinkels des Prisma 43

2. Formeln, um das Brechungsvermögen der luftförmigen Flüſſigkeiten aus den Beobachtungen durch das Prisma zu finden 52

Dreifaches Prisma 52; letzter Brechungswinkel 57; Ablenkung 64; Brechungsvermögen 67; Berechnung deſſelben, unabhängig von der Correction wegen des Nicht-Parallelismus 73

3. Beobachtungen der Ablenkung des Lichts durch das Prisma, und Berechnungen derſelben 79

Atmoſphäriſche Luft 80 von verſchiedener Dichtigkeit 84; feuchte Luft 87; Gasarten 90; Reſultate 94

4. Optiſch-chemiſche Folgerungen 95

Atmoſphäriſche Luft 100; Ammoniakgas 102; Waſſer 104; Waſſerdampf nach Herrn Laplace's Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts deſſelben 105; [nach einer von Gilbert, 107;] kohlenſtoffhaltende Körper 108

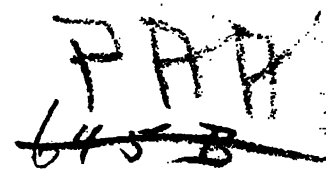
III. Nachtrag zu den Unterſuchungen über die Schwefel-Metalle, vom Profeſſor Prouſt in Madrit 115

Schwefel-Zink, oder Blende.

Zweites Stück.

I. Beiträge über electriſch-geographiſche Polarität, permanente electriſche Ladung, und magnetiſch-chemiſche Wirkungen, vom Prof. Erman, Mitgliede der königl. Akad. der Wiſſenſchaften zu Berlin (Beſchluſs) 121

PAA
Annalen



machen laſſen, was verdienſtlicher und ſchwieriger ſeyn würde: einen durchaus neuen Unterſcheidungscharakter, oder einen ganz neuen Vereinigunspunkt dieſer beiden Klaſſen von Phänomenen, mit weſentlicher Beſtimmtheit anzugeben; ſo zahlreich und ausgezeichnet ſcheinen die Momente der Annäherung und die der Abweichung beider Kraftäuſserungen zu ſeyn. Schon der Streit, der über dieſes Problem entſtanden iſt, beweiſt dieſes. Man ging dabei von einerlei Thatſache aus, und doch kam man auf ganz entgegen geſetzte Reſultate. Die Art, wie man dieſen Streit geführt hat, ſcheint indeſs zu beweiſen, daſs dabei eine nicht geringe Verwechſelung der Begriffe im Spiele war. Die Frage galt eigentlich nur eine Vergleichung der magnetiſchen Erſcheinungen und ihrer Geſetze, mit den electriſchen Phänomenen und deren Geſetzen. Das Reſultat dieſer Vergleichung konnte nun allerdings, und muſste ſogar, weſentliche Verſchiedenheiten mehrerer Arten, neben vielen Aehnlichkeiten zuſammen aufſtellen, und man hätte ſich weiter forthelfen müſſen, um, wo möglich, durch tieferes Eindringen in den eigenthümlichen Charakter dieſer Verſchiedenheiten, zu einer höhern Klaſſe von Geſetzen ſich mit Beſtimmtheit zu erheben. Dieſer begränzte Geſichtspunkt ſcheint aber keiner von beiden Parteien genügt zu haben. Mehr oder weniger legen beide unvermerkt dem Probleme einen ganz verſchiedenen Sinn unter. *Iſt Magnetismus Electricität oder iſt er es nicht?* dieſe Frage kommt

endlich bei allen heraus, und über ſie wird das Endurtheil gefällt. Dann iſt es aber kein Wunder, daſs jede der beiden Auflöſungen unbefriedigend bleibt, da die eine, alle Aehnlichkeiten überſehend, eine Heterogeneität ausſagt, die wir ohne dies und ſelbſt *in Theſi* bereits kannten; und die andere, von allem Unterſchiede abſtrahirend, eine Identität bejaht, die wir, (ebenfalls in Theſi,) nicht unbedingt annehmen können. Je mehr wir bei künftiger Erörterung der Frage dieſe Verwechſelung des Geſichtspunkts vermeiden werden, um uns lediglich an eine gründliche Vergleichung der weſentlichen Aehnlichkeiten und Verſchiedenheiten beider Klaſſen von Phänomenen zu halten, auf eine deſto befriedigendere Ausbeute dürfen wir hoffen.

Die Erſcheinungen der Voltaiſchen Säule haben neuerdings einige *vielleicht* weſentliche, und ſehr viele ſcheinbare Annäherungspunkte der Electricität mit dem Magnetismus dargeboten. Kein Wunder alſo, wenn das bei weitem noch nicht gelöſte Problem jetzt von mehrern einer neuen Prüfung unterworfen wird. Die hierher gehörigen Unterſuchungen einiger Forſcher haben vorzüglich drei ſehr wichtige Punkte betroffen, denen folgende drei praktiſche aufzulöſende Probleme entſprechen.

I. Magnetismus hat *geographiſche*, oder, wie andere ohne Wahrſcheinlichkeit muthmaſsen, ſogar *kosmiſche Beziehungen:* Sollte ſich nichts ähnliches am Electricismus wahrnehmen laſſen?

II. Magnetiſation erzeugt *bleibende Polarität, perennirende Ladung:* Sollte Electriſation ſo völlig verſchwinden, wie wir glauben? Sollte eine augenblickliche Berührung mit dem unendlich groſsen Leiter in der That hinreichen, jede Spur von Ladung zu vertilgen?

III. Durch electriſche Kraft werden mannigfaltige *chemiſche Prozeſſe* eingeleitet. Sollte die magnetiſche Kraft durchaus ohne Einfluſs auf chemiſche Verwandtſchaft ſeyn?

Von dem Neueſten, was zur Auflöſung dieſer Probleme gethan worden iſt, will ich nur einige Momente berühren, und zwar nur, um mit Redlichkeit zu ſagen, wie ich es bis jetzt gefunden habe. Wenn mehrere mit derſelben Gewiſſenhaftigkeit das Reſultat ähnlicher, an ſich nicht ſchwieriger Unterſuchungen darbringen, ſo wird ſich ſehr bald daraus ergeben, wie es an und für ſich iſt.

I. *Von der geographiſchen Polarität der Electricität.*

1. Die vorläufigen indirecten Gründe, aus welchen einige vermuthen wollen, daſs die Electricität ſich auf Kardinalpunkte der Erdkugel beziehe, geben nur ſehr wenig Wahrſcheinlichkeit. Wegen der übrigen Analogieen, welche die Electricität mit dem Magnetismus hat, dieſe Beziehung als ein Poſtulat aufſtellen zu wollen, würde ein gar arger Trugſchluſs ſeyn, bei dem man ſich offenbar im Kreiſe drehete. Die Vergleichung der Erde mit dem

Turmalin ist für jetzt nur spielend, und würde höchstens als eine Erklärungs-Hypothese für die tellurische Polarität der Electricität, wenn diese factisch erwiesen wäre, anzusehen seyn. Und selbst dann würde es mit dieser Hypothese sehr mislich aussehen, da die Erwärmung der Erde durch das Sonnenlicht viel zu oberflächlich ist, als dass durch die Verschiedenheit in derselben ein Wechsel der Temperatur hervor gebracht werden könnte, der für den Erdkörper, als ein einziger Krystall betrachtet, von irgend einem Belange wäre: wie denn auch alle Beobachtungen auf eine constante Temperatur der Erdmasse führen.

2. Etwas mehr Annäherung zu einem directen Beweise finden wir in den *electrischen Wirkungen des Polarlichts*. Diese würden uns gewisser Massen die Circumpolar-Regionen als Kardinalpunkte auch in Beziehung auf Electricität geben; nur fehlt es noch diesen Beobachtungen durchaus an Bestimmtheit. Man scheint überhaupt nicht genug auf das Widersprechende der electrometrischen Beobachtungen des Nordlichts, wie wir sie bis jetzt besitzen, zu achten, und ist zu sehr geneigt, die Sache als factisch ausgemacht zu betrachten, da sie es doch bei weitem nicht ist. Widenburg *) beobachtete im Jahre 1769 — 1770 acht Nordlichter, und fand während dreier derselben starke Luftelectricität,

*) *Beobachtungen und Mathmassungen über die Nordscheine*, S. 38. E.

bei zweien äuſserſt ſchwache, und bei den übrigen durchaus gar keine. Er ſagt ferner, im Decembermonat deſſelben Jahrs beinahe alle Nächte Nordlichter geſehen zu haben, von denen kein einziges auch nur eine ſchwache Spur von Electricität gegeben habe. Canton *) behauptet, (ſonderbar genug!) des Nachts die Luft nie electriſch gefunden zu haben, ausgenommen, wenn ein Nordlicht vorher gegangen ſey, und ſelbſt alsdann ſeyen die Spuren nur ſehr ſchwach geweſen. Ronayne **) hingegen fand bei ſehr häufigen Beobachtungen nie Spuren von Electricität während des Nordlichts, ausgenommen, wenn zufällig eben zu derſelben Zeit ein Nebel ſich erhob. Bergman ***) hat nie atmoſphäriſche Electricität wahrgenommen während der ſtärkſten Nordlichter in Upſala, die auf die Magnetnadel einen ganz ausgezeichneten Einfluſs hatten. Aber er geſteht zugleich, daſs er überhaupt *nie und zu keiner Zeit* daſelbſt Spuren von atmoſphäriſcher Electricität wahrgenommen habe, ſelbſt nicht durch das Auffliegen des Drachens!! Pictet ****) errichtete zu Umba in Lappland eine, wie er behauptet, vollkommen iſolirte 20füſsige eiſerne Stange auf einem Felſen, fand aber bei acht Nordlichtern, wovon eins ſehr ausgezeichnet war, nie die mindeſte Spur

*) *Philoſ. Transact.*, Vol. XLIV, 784. *E.*

**) *Eben daſ.*, LXII, p. 139. *E.*

***) *Eben daſ.*, Vol. LII, p. 385. *E.*

****) *Nov. Comm. Petrop.*, Tom. XIV, P. II, p. 88. *E.*

von Electricität. Van Swinden,*) (der Bruder des berühmten Naturforschers,) fand bei mehtern Nordlichtern, die er beobachtete, nur so zweideutige Spuren von Divergenz, dafs er selbst an ihrer Wirklichkeit zweifelt. Der *Fürst* Gallizin **) bemerkte keinen Einfluss des Nordlichts auf die electrischen Divergenzen, die der aufsteigende Drache gab. Und endlich fand Volta ***) im Jahre 1780, selbst mit Hülfe des Condensators, nur einen sehr geringen Unterschied in der Intensität des erhaltenen Funkens, während eines starken Nordlichtes.

Das Resultat von allem dem ist eigentlich wohl dieses: Electrometrie existirt noch gar nicht, da es uns an festen Punkten fehlt, eine vergleichbare Scale zu construiren, und selbst die Werkzeuge der Electroskopie haben nur seit ungefähr zwanzig Jahren einen leidlichen Grad von Feinheit und Bestimmtheit erhalten. Gerade seit dieser Periode ist aber in unsern Gegenden das Polarlicht von ausgezeichneter Seltenheit geworden. Mir ist wenigstens keine neuere Beobachtung desselben bekannt, bei der Grad und Art der während des Phänomens erregten Electrisation und der ganze Verlauf des Prozesses sich mit Zuverlässigkeit bestimmt

*) *Recueil de Mémoires par van Swinden*, Tom. III, p. 204. E.

**) *Mém. de l'academ. de Bruxelles*, Tom. III, p. 10. E.

***) *Philos. Transact.*, Vol. LXXII, p. 15. E.

fände. Wenn das Polarlicht einſt wieder die Periode ſeiner Frequenz erreicht, wird es uns in Bezug auf ſeine electriſche Modification, beſſer vorbereitet und ausgerüſtet finden, als man es vorher war; und dieſe Epoche wird Entſcheidung bringen. Bis dahin müſſen wir uns mit den analogiſchen Schlüſſen begnügen, die man von der Aehnlichkeit des Polarſcheins mit dem in verdünnter atmoſphäriſcher Luft ſich verbreitenden electriſchen Lichte hernimmt, und geſtehen, daſs dieſe Aehnlichkeit wohl groſs, aber bei weitem nicht untrüglich iſt. Daſs übrigens in den ältern Beobachtungen, die wir haben, noch auſserdem häufige Verwechſelungen des eigentlichen Polarlichts mit andern Meteoren herrſchen, die wohl nur Modificationen des Gewitters waren, leidet kaum einen Zweifel. Dahin iſt vermuthlich das von Gmelin beſchriebene ſeyn ſollende Polarlicht des nördlichen Sibiriens zu rechnen, wo die Lichterſcheinungen mit rollenden Exploſionen begleitet waren, welche das Krachen eines groſsen Feuerwerks nachahmten; denn Bergman widerſpricht nach vieljährigen Beobachtungen in beträchtlicher nördlicher Breite, allen Ausſagen von einem das Polarlicht begleitenden Geräuſche, und erklärt ſie geradezu für Täuſchungen.

Doch ſelbſt in der Vorausſetzung, daſs es ein Polarlicht gebe, welches einen beſtimmten Einfluſs auf das meteorologiſche Electrometer hat, wäre dadurch eine eigenthümliche und urſprüngliche Beziehung der Electricität auf die Polarregion noch

nicht hinlänglich erwieſen. Denn es könnte die Richtung des electriſchen Polarſcheins nach Norden und nach Süden durch auſserweſentliche Umſtände bedingt ſeyn, und in dieſer Hinſicht als bloſs abgeleitete Wirkung nicht hinreichen, eine telluriſche Polarität des Electricismus zu beweiſen. Folgende hypothetiſche Skizze diene hier bloſs, meine Meinung zu erklären; ob ſie einen gröſsern innern Gehalt haben mag, will ich für jetzt dahin geſtellt ſeyn laſſen.

Es ſcheint mir theoretiſch und factiſch *) ausgemacht, daſs in jedem Körper, der iſolirt von der Fläche des Bodens bis zu einer beträchtlichen Höhe gehoben wird, bloſs durch dieſe Entrückung aus dem Wirkungskreiſe der unendlich groſsen Erdmaſſe, eine beträchtliche electriſche Spannung entſteht, weil die Electricität, die in der niedrigen Station durch Einwirkung der nahen Erdmaſſe in ihm gebunden war, in der höhern Station ſich nothwendig expandirt, und zwar um ſo mehr, je weiter er aus der bindenden Atmoſphäre des Bodens entrückt wird. Folgen wir ferner der Stufenreihe dieſer Wirkungen beim gehobenen Electrometer, bei der Rauchſäule die von der Spitze eines Leiters ſteigt, und endlich bei dem vertikalen Dampfſtrom, der vom Krater eines Vulkans herauf ge-

*) Man ſehe die feinen und ſcharfſinnigen Verſuche, welche Herr Prof. Erman hierüber zuerſt in den *Ann.*, XV, 385, bekannt gemacht hat. *G.*

ſchleudert wird, und wo wir ſchon Blitz und Donner durch dieſen Ladungsprozeſs entſtehen ſehen; ſo werden wir ziemlich ungezwungen auf eine Erklärung des (hypothetiſch angenommenen *electriſchen*) Lichtſcheins in den Regionen beider Erdpole geleitet, die ohne Mairan's Zodiakallicht, ohne Muſchenbroek's Abbrennung entzündbarer Dämpfe, und ohne Kirwan's Waſſerſtoffgas, in ſich ſelbſt ihren Beſtand hat. Das Spiel der Temperaturen leitet in einem fort eine Strömung in der Atmoſphäre ein. Von beiden Polen gleitet die Luft, durch ihre Eigenſchwere getrieben, gegen die Tropen hin, längs der Erdfläche, und in Berührung mit derſelben, und zeigt ſich hier als der dem Meteorologen und Seefahrer bekannte Polarwind. Hat der kalte Luftſtrom den heiſsen Erdgürtel erreicht, ſo expandirt er ſich, und ſteigt zu einer Höhe, die ſehr beträchtlich ſeyn muſs, da wir ſelbſt am Zuge der Wolken keine Spur einer Zurückſtrömung nach den Polen wahrnehmen, wohin nach hydroſtatiſchen Geſetzen die erwärmte Luft abfliefsen muſs, um dann den Kreislauf zu ihrer Zeit von neuem zu beginnen. Dieſe vertikale, von der Erdfläche bis zu den höhern Schichten der Atmoſphäre hinauf geſchnellte Luftſäule erhält dadurch in allen ihren Elementen eine bedeutende electriſche Spannung, die, wenn ſie nicht früher durch anderweitige Meteore partielle Entladungen erlitten hat, ſicher in den höhern Regionen, wo die atmoſphäriſche Luft eine groſse Verdünnung erreicht, das ex-

pandirte electrische Licht entwickeln muss, wodurch die electrische Phosphorescenz des luftverdünnten Raums, bis an die Gränzen der Atmosphäre verbreitet wird. Die Entstehung eines electrischen Polarlichts, die Hauptrichtung desselben und die Abweichungen davon, das muthmafsliche allmählige Uebergehen in gewitterartige Meteore, wenn die Höhen, wo es Statt findet, minder beträchtlich sind, die Verwandtschaft desselben mit anderweitigen Zuständen der Atmosphäre, welche die Periodicität dieses Polarlichts bedingen, alles dies ergäbe sich ziemlich ungezwungen aus dieser auf Thatsachen gegründeten Hypothese, — deren gröfster Fehler indefs der ist, dafs sie die zu erklärende Thatsache, (nämlich den Einfluss des Nordlichts auf electrische Ladung,) als ausgemacht annimmt, und nebenbei, dafs ihr Urheber gestehen muss, noch nie ein Nordlicht gesehen zu haben. Doch ich habe ausdrücklich bemerkt, dafs ich diese Skizze einer Theorie hier nur erwähne, um zu zeigen, wie eine ursprüngliche tellurische Polarität des Electricismus, doch bei weitem noch nicht erwiesen wäre, wenn auch künftig aus den Beobachtungen sich bestimmt ergeben sollte, dafs das Nordlicht mit den Angaben des meteorologischen Electrometers in Zusammenhang stehe.

3. Ich komme nun zu den unmittelbaren Beobachtungen, welche einen *directen* Beweis für die geographische Polarität des Electricismus gewähren könnten.

Dürfen wir uns aber überhaupt wohl Hoffnung machen, durch irgend eine Behandlung der Körper nahe an der Erdfläche je ihre Beziehung auf einen geographiſchen Kardinalpunkt wahrzunehmen, ſelbſt in der Vorausſetzung, daſs eine ſolche wirklich vorhanden ſey? Dieſe Frage iſt billig zuvor noch zu erwägen.

Der Zweifel gründet ſich auf die wechſelſeitige electriſche Einwirkung aller Körper auf einander durch das Spiel der Atmoſphären. Da dieſe Einwirkung durch die Gröſse der Maſſen und ihre verhältniſsmäſsige Nähe beſtimmt wird, ſo kann man allerdings fragen, ob nicht immer die unmittelbar umgebenden Körper, die electriſche Ladung durch ihren Einfluſs, ſo überwiegend ſpeciell modificiren werden, daſs durchaus keine Spur des Einfluſſes einer allgemeinern Beziehung auf entferntere Maſſen oder Kräfte wahrgenommen werden könne. Um dieſen Zweifel näher zu erklären und ihn, wie ich glaube, zu heben, denke man ſich, der Magnetismus ſey nicht bloſs an einige wenige Metalle gebunden, ſondern auf alle Beſtandtheile des Erdkörpers gleichmäſsig wirkend, oder, welches gleich viel gilt, man denke ſich die Erde mit allem dem, was darin und daran iſt, aus Eiſen beſtehend; würde dann wohl die Magnetnadel noch ihre Richtung behalten? Gerade in dieſem Falle befindet ſich ein electriſches Verſorium, voraus geſetzt, daſs es ein ſolches mit urſprünglicher electriſchen Polarität begabtes Verſorium wirklich gebe. Es ſcheint mir

aber ausgemacht zu ſeyn, daſs die Magnetnadel auf der eiſernen Erdkugel eben ſo einſpielen würde, wie auf der wirklichen Erde. Die Summe der Anziehungskräfte der geſammten Elemente würde wahrſcheinlich nur die abſolute Schwere der Nadel vermehren, und alles, was auf den Ueberſchuſs der magnetiſchen Ladung und auf Polarität Bezug hat, ſich gleich bleiben. Die dynamiſche Potenz, oder der magnetiſche Wirbel würde den ganzen Erdball in Beziehung auf den magnetiſchen Meridian eben ſo afficiren, wie er jetzt jedes Eiſen zum Polariſiren ſtimmt; und die Summe der Kräfte würde ebenfalls nach Süden und Norden überwiegend bleiben. In der That ſehen wir, daſs die Magnetnadel ſich in einer eiſernen Kapſel eben ſo richtet, wie in jeder andern: und nur deſshalb verwirft man dabei dieſes Metall, weil im Eiſen die magnetiſche Polarität ſo langſam mitgetheilt, und nachher eben ſo langſam zerſtört wird, daſs der Theil der Kapſel, der zufällig früher durch ſeine Lage oder anderweitige Einwirkung, (ſelbſt durch die der Nadel,) nördlich geworden wäre, es lange bleiben würde, wenn er nachher in irgend eine andre Lage verſetzt würde. Nehmen wir aber eine beſtändige und unveränderte Lage der Hauptmaſſen an, ſo daſs die Nadel allein als beweglich gedacht wird, wie in der Hypotheſe einer Erde aus Eiſen, oder bei der Annahme eines mit urſprünglicher Polarität begabten Electricismus, ſo wird bei der letztern der frei aufgehängte electriſche Körper dem Zuge der electriſchen Pole folgen,

ſelbſt an der Oberfläche des Bodens, und ſelbſt im Zimmer, deſſen Wände durch allgemeine electriſche Polarität ſtets eben ſo afficirt gedacht werden müſſen, wie es die electriſche Nadel ſelbſt iſt. Das Geſagte gilt ſogar von einer hypothetiſch angenommenen electriſchen Polarität der Maſſen in einem viel gröſsern Grade, als von der magnetiſchen Polarität des Eiſens; denn gerade der eigenthümliche Charakter aller electriſchen Wirkungen beſteht in einer überaus groſsen Expanſibilität und ganz inſtantaner Mittheilung und Vertheilung, wodurch ſie ſich von allen magnetiſchen Wirkungen derſelben Art am meiſten unterſcheidet. Es wäre alſo, trotz des mächtigen electriſchen Einfluſſes des Bodens und der umgebenden Maſſen, an und für ſich doch möglich, geographiſche Beziehungen der Electricität wahrzunehmen, wenn ſolche wirklich in der Natur wären.

4. Obgleich einige Phyſiker nicht ganz abgeneigt waren, eine *Polarität des Electricismus* anzunehmen, ſo ſind mir doch aus ältern Zeiten keine Verſuche bekannt, die ſie über dieſen Gegenſtand mit Erfolg angeſtellt hätten. Der Vorſchlag, die Achſe des Hauptleiters der Electriſirmaſchine nach dem magnetiſchen Meridiane zu richten, um die gröſstmögliche Wirkung zu erhalten, iſt vermuthlich, wie ſo manche andere derſelben Art, von ihrem mir unbekannten Urheber ſelbſt nie, oder wenigſtens nicht lange befolgt worden, da ſich ſelbſt in den Actenſtücken des Streits über die Analogieen

der Electricität und des Magnetismus kaum eine hiſtoriſche Spur derſelben erhalten hat. Ich habe oft dieſes Orientiren verſucht, aber nie habe ich den mindeſten Erfolg davon wahrnehmen können. Dieſes beweiſt indeſs nichts gegen die telluriſche Polarität der Electricität. Denn Ein Mahl iſt das Quantitative der erregten Electricität ſo ſchwankend und durch ſo viele Nebendinge beſtimmt, daſs ein ſo geringer Zuwachs von Intenſität, als durch die Orientirung höchſtens entſtehen kann, nicht wahrzunehmen ſeyn würde, ſo wie ein ſtarker Magnet den in jeder Richtung liegenden Stahlſtab beinahe gleich zu afficiren ſcheint. Zweitens würde in dem Schluſſe voraus geſetzt, die Electricität müſſe genau die magnetiſche Polarität haben, oder durchaus gar keine, da doch der Fall denkbar bleibt, daſs ſie andere Kardinalpunkte zu ihren Polen erhalten hätte; in welchem Falle indeſs alle Analogie mit dem Nordlichte aufgegeben werden müſste.

5. Ich nehme keinen Anſtand, hier die Verſuche mitzutheilen, welche ich ſelbſt in der Abſicht unternommen habe, der etwanigen telluriſchen Polarität des Electricismus nachzuſpüren. Das Ausbleiben eines poſitiven Erfolgs war mir ſelbſt das Wahrſcheinlichſte; aber eben deſshalb betrachtete ich ſie als nicht ganz verdienſtloſe Opfer, welche es ſich ziemte der Skepſis zu bringen.

Ich hatte unter mehrern *Turmalinen* oder electriſchen Schörlen einige ausgewählt, welche beim Erkälten eine ſo ausgezeichnete Polarität zeigten,

dafs ſie das Electrometer über eine Viertelſtunde lang zum unaufhörlichen Anſchlagen der Blätter brachten. Nachdem ich den beſten von allen ſtark durchhitzt hatte, legte ich ihn auf eine iſolirende Unterlage, die auf ganz reinem Queckſilber ſchwamm, und überliefs ihn ſich ſelbſt in einem Zimmer, wo durchaus keine anderweitige electriſche Erregung Statt gefunden hatte. Obgleich dieſer Verſuch von mir unzählige Mahl mit allen Rückſichten auf jeden äufsern Umſtand, der Einfluſs haben könnte, wiederhohlt worden iſt, ſo habe ich doch durchaus nie etwas conſtantes an der Lage wahrgenommen, in der die Achſe dieſes vermeintlichen electriſchen Magnets zur Ruhe kam. Ich legte oft mehrere kräftig wirkende Turmaline ſo neben einander auf die Unterlage, dafs ihre mir wohl bekannten electriſchen Achſen parallel waren, und die gleichnamigen Pole derſelben genau correſpondirten; es fand ſich aber trotz der ſo vermehrten Kraft keine Spur von Richtung.

Dieſelbe Beobachtung wurde ſehr oft im Freien wiederhohlt; aber ſelbſt da, wo keine über das Niveau des Bodens hervor ragende Maſſe die Wirkung ſtören konnte, war durchaus nichts conſtantes wahrzunehmen. Höchſt ſelten war die Windſtille vollkommen genug, um die Beobachtung im Freien ohne Bedeckung einer Glasglocke zu erlauben. Ohne dieſe Vorſicht ſetzt man ſich überhaupt ſehr verfänglichen Täuſchungen aus, und ich werde nie den Eindruck vergeſſen, den eine ſolche auf

mein

mein Gemüth machte, gerade das erſte Mahl, als ich dieſe Beobachtung im Freien ohne Bedeckung anſtellte. Es war am 2ten Januar 1801. des Morgens. Ich hielt die Luft für vollkommen ruhig, und eilte, dieſen erwünſchten Umſtand zu benutzen. Sogleich, und mehrere Mahl hinter einander, fand ich, daſs die Achſen meiner Turmaline, die auf breiten Queckſilberflächen ſchwebten, immer in derſelben Richtung zur Ruhe kamen, die in der That nur um wenige Grade vom magnetiſchen Meridian abwich. Die Freude, endlich die Bedingung getroffen zu haben, unter der der electriſche Stein ſeine telluriſche Polarität offenbare, war äuſserſt lebhaft, aber leider von ſehr kurzer Dauer; ein Umſtand, den ich in der erſten Aufwallung überſehen hatte, zerſtörte ſie. Es zeigte ſich nämlich bald, daſs der vermeintliche electriſche Magnet mit der völligſten Indifferenz bald den poſitiven, bald den negativen Pol gegen Norden richtete, und es blieb mir alſo nichts übrig, als zu ſchlieſsen, daſs irgend ein nicht wahrzunehmender Luftzug auf die Längenfläche der prismatiſchen Steine gewirkt, und ihnen zufällig dieſe Richtung gegeben habe. Ich wiederhohlte die Beobachtung ſeitdem häufig, und überzeugte mich, daſs auch bei unbedeckten Turmalinen die Richtung der Achſe immer zufällig iſt: nämlich conſtant, dem jedesmahligen Striche des Luftzugs entſprechend, wenn ein ſolcher angenommen werden muſste; oder rein-zufällig, wie im Zimmer, wenn wirklich vollkommene Windſtille herrſchte.

Ruhe kommen würde, beurtheilen zu können, ob es in irgend einer Beziehung mit dem magnetiſchen Meridian ſtehe. Meine Erwartung wurde aber auch hier getäuſcht, (oder vielmehr beſtätigt;) denn das Syſtem von poſitiver und negativer Electricität zeigte die vollkommenſte Abweſenheit irgend einer dirigirenden Kraft.

Es bleibt mir nach allen dieſen fruchtloſen Verſuchen wenig Hoffnung, daſs man je bei der Electricität eine urſprüngliche geographiſche Beziehung entdecken werde.

8. Da die *electriſche Säule* durch einige ihrer Wirkungen ſcheinbar dem Magnete ſich nähert, ſo war es natürlich, von ihr das zu erwarten, was uns die bis dahin bekannten Modificationen der Electriſation nicht gegeben hatten. Auch das Problem der geographiſchen Polarität des Electricismus, haben mehrere gehofft, durch den Galvanismus aufgelöſt zu ſehen.

Herr Ritter kündigte im Jahre 1805 in ſeinem *Syſteme der electriſchen Körper* eine Entdeckung an, die, wenn ſie ſich beſtätigte, das Glänzendſte und Edelſte wäre, was in dieſem Theile der Wiſſenſchaft nur immer geleiſtet werden kann, und wenn man auf den Nutzen ſehen will, ſelbſt für das Leben von entſchiedener Wichtigkeit ſeyn würde. Denn hat es mit ihr ſeine Richtigkeit, ſo braucht ein verſchlagener Seefahrer oder ein verirrter Wanderer nur einen zinnernen Knopf oder eine Bleikugel in einen etwas länglichen Streifen zu ſchlagen, einen Splitter Holz-

kohle an den Streifen zu ſtecken, und dieſe galvaniſche Magnetnadel an einen iſolirenden Faden, (etwa ein Haupthaar,) aufzuhängen, um ſich im Beſitze einer untrüglichen Bouſſole zu befinden. Folgendes ſind die eignen Worte des Herrn Ritter.

„Ich glaube der Erſte geweſen zu ſeyn, der unterſucht hat, was, während zwei Körper in wahrer „Berührung und Conflict, und nach ſo genannter erſter Claſſe ſind, an ihnen zugegen ſey. Ich muſste „von ſelbſt dazu Körper wählen, die bei der bloſsen „Berührung ſchon zu aller der Spannung gelangen, die „ihnen dem Geſetze erſter Klaſſe gemäſs überhaupt „möglich iſt, d. i., *Metalle*. Ich ſetzte alſo eine 6 Zoll „lange Nadel zuſammen, deren eine Hälfte aus Zink, „die andere aus Silber beſtand, vermöge eines Achathuts in ihrer Mitte aber auf einem ſie tragenden iſolirenden Geſtell ſich frei bewegen konnte. Dieſe Nadel gab keine Spur von Electricität und verſchiedener „zu erkennen. Schwach geriebenes Siegellack wie „Glas wirkten auf ihre Pole nur anziehend, wie auf jeden andern neutralen Körper, nie abſtoſsend. Aber „die Nadel war ein *Magnet*; ſie legte ſich genau in den „magnetiſchen Meridian, und kam in ihm durch langſame Oſcillationen zur Ruhe. Der Zink von ihr ſtand „nach Norden, das Silber hingegen nach Süden. Der „Nordpol eines gewöhnlichen Stahlmagnets, wie auch „eines bloſs durch Erdmagnetismus polariſirenden Eiſenſtabes, wirkte *abſtoſsend* auf den *Zink*, *anziehend* aber „auf das *Silber*; ſein Südpol *anziehend* auf den *Zink*, „*abſtoſsend* aber auf das *Silber*. Der Körper von beiden, „der nach der Trennung + Electricität zeigt, zeigte „*N. Magnetismus*; der, welcher nach der Trennung „— Electricität zeigt, zeigte hier *S. Magnetismus*.“

„Ich habe mich aufs umſtändlichſte verſichert, daſs „ganz gewiſs nichts täuſchte. Die Nadel war ſo ein„gerichtet, daſs Zink und Silber heraus genommen, „und umgekehrt wieder eingeſteckt werden konnten. „Die Ordnung der Dinge blieb durchaus die alte, wel„che Communication ich auch wählen mochte. Ich ha„be nachher die Zink- ſo wie die Silberhälfte jede be„ſonders mit einem Stahlmagnete beſtrichen, als hätte „ich Eiſendrähte vor mir; ſie nahm nichts von Magne„tismus an, und der Erfolg des Verſuchs blieb voll„kommen derſelbe.“

„Stärker war die Directionskraft der Nadel und „auch die Wirkung ihrer einzelnen Pole, wenn ich „ſtatt Silber, Kohle einſteckte; noch ſtärker, wenn ich „ſtatt der Kohle Reiſsblei nahm.“ (*Syſtem der electriſchen „Körper*, S. 378 f.)

In einer Note fügt der Verfaſſer noch folgendes hinzu. „Von fernern Modificationen dieſer Verſuche „bei anderer Gelegenheit. — Nur noch für diejenigen, „welche dieſe Verſuche wiederhohlen wollen: daſs ein „gegebenes Körperpaar den ſtärkſten Magnetismus zeigt, „die erſten Tage nach der Verbindung: dann nimmt er „merklich ab. Um ihn für zwei verbundene Körper „indeſs von neuem wieder herzuſtellen, hat man bloſs „nöthig, die beiden Hälften der Nadel eine oder etli„che Wochen von einander getrennt aufzubewahren, „und ſodann ſie wieder zu verbinden.“

Dieſe Aeuſserungen waren ganz geeignet, meine erloſchenen Hoffnungen wieder rege zu machen. Ich ſchickte mich zur Wiederhohlung dieſer Verſuche mit dem Eifer und der Beſonnenheit an, die ein ſo erhabener Gegenſtand erforderte, genoſs aber nie das Glück, auch nur eine einzige Spur von

telluriſcher Polarität beim Galvanismus wahrzunehmen.

9. Die galvani'ſche Magnetnadel, die ich angewendet, und von der ich allen Grund habe zu ſagen, daſs ſie mit der von Herrn Ritter gebrauchten, in der Conſtruction völlig überein ſtimmte, beſtand aus drei Haupttheilen. Das Mittelſtück aus Meſſing war $1\frac{3}{4}$ pariſer Zoll lang; in der Mitte deſſelben war das Achathütchen befeſtigt, und die beiden Enden deſſelben bildeten Röhren, oder vielmehr aufgeſchlitzte Hülſen, in welche die heterogenen Metalldrähte eingeklemmt wurden. Der Zinkdraht war beinahe 4 pariſer Zoll lang und $\frac{1}{3}$ Linie dick; die Silbernadel war $2\frac{7}{8}$ pariſer Zoll lang und $\frac{1}{2}$ Linie dick. Die Länge der zuſammen geſetzten Nadel, wenn ſie im Gleichgewichte ſchwebte, betrug $7\frac{1}{2}$ pariſer Zoll und das geſammte Gewicht aller Stücke war 100,2 Gran.

Dieſe Nadel wurde auf eine ſehr feine Stahlſpitze geſtellt, das Ganze auf das vollkommenſte iſolirt und ſich ſelbſt überlaſſen. Die Nadel machte mit dem magnetiſchen Meridian zufällig einen Winkel von ungefähr 60°, und ſie blieb mehrere Stunden unbeweglich in dieſer Richtung. Sie wurde darauf dem magnetiſchen Meridian durch einen kleinen Stoſs um vieles näher gebracht, und auch da ruhte ſie mit der vollkommenſten Indifferenz. Ich bedeckte ſie nun mit einer ſehr geräumigen Glasglocke, um ſie gegen jeden Luftſtrom zu ſichern, und deſſen ungeachtet beharrte ſie in jeder Lage, in die ſie ein-

mahl verſetzt war, ohne daſs man, ſelbſt mit der Loupe, das geringſte Annähern derſelben an den Meridian, oder eine Schwankung dahin entdecken konnte.

Da es mir mit keinem dieſer Verfahren geglückt war, ſo ſchritt ich zu folgendem. Ich ertheilte der Nadel, deren Stift im Mittelpunkte eines eingetheilten Kreiſes ſtand, bald geringere, bald ſtärkere Stöſse, die ſie in einen Kreislauf ſetzten, und ſchrieb ſorgfältig die Richtungen auf, in welchen ſie jedes Mahl zur Ruhe kam, und die ich von dem nach 4 Quadranten eingetheilten Limbus geradezu ableſen konnte, da ich den Kreis nach einer guten Bouſſole orientirt hatte. Bei mehrern Hunderten ſolcher Beobachtungen konnte ich durchaus keine Spur einer conſtanten Richtung wahrnehmen, und was beinahe noch entſcheidender iſt, es fand durchaus nie die mindeſte Oſcillation Statt, ſondern die angeſtoſsene Nadel ging nach der Richtung des Stoſses mit gleichförmig verzögerter Geſchwindigkeit fort, ohne bei der Annäherung an den Meridian beſchleunigt zu werden, und ohne auch nur ein einziges Mahl, bevor ſie zur Ruhe kam, zurück zu gehen, und wahre, wenn auch noch ſo unbeträchtliche Schwingungen zu zeigen.

Folgende Bruchſtücke aus zwei Reihen dieſer Verſuche mögen als Beiſpiel gelten. An der Ordnung der Beobachtung iſt nicht das mindeſte geändert; ſie ſind allen übrigen durchaus gleich, und zeugen von der reinſten Zufälligkeit der Richtungen, welche die Nadel annimmt.

A. *Nachdem die Theile der ſo genannten galvaniſchen Magnetnadel nur einige Stunden in wechſelſeitiger Berührung geweſen waren:*

Der Verſuch geſchah unter der geräumigen Glasglocke, und die Nadel wurde zu Anfang jedes Verſuchs leiſe angeſtoſsen. Die Zeit iſt von dieſem Augenblicke an, bis zu dem der vollkommenen Ruhe gerechnet.

Verſuch	Zeit der Bewegung d. Nadel.	Richtung der Nadel, als ſie zur Ruhe gekommen war.
1	10′	Zink: Oſt 8° gegen Nord
2	10′	Zink: Weſt 10° gegen Süd
3	10′	Zink: Weſt 15° gegen Nord
4	15′	Zink: Süd 10° gegen Oſt
5	13′	Zink: im Nord des magnetiſchen Meridians.

B. *Nachdem die Theile der Nadel 4 Tage in wechſelſeitiger Berührung geweſen waren:*

Verſuch.	Zeit der Bewegung d. Nadel.	Richtung der Nadel, als ſie zur Ruhe gekommen war.
1	30′	Zink: Nordoſt
2	2 Stunden	Zink: Weſt 10° gegen Süd
3	45′	Zink: Süd 12° gegen Süd
4	18 Stunden	Zink: Oſt 45° gegen Süd
5	3 Stunden	Zink: Oſt 15° gegen Nord.

Ich hoffte, der Erfolg werde vielleicht günſtiger ſeyn, wenn Zink und Silber nicht durch die Dazwiſchenkunft eines dritten Metalles getrennt wären, und lieſs deſshalb ein Mittelſtück von Silber verfertigen, um die Zink- und Silberdrähte daran zu be-

feſtigen; es fand aber bei dieſer Vorrichtung eben ſo wenig eine Spur von magnetiſcher Richtung Statt.

Auch verſuchte ich ein möglichſt freies Spiel dadurch zu bewirken, daſs ich eine leichte aus zwei ſauber gearbeiteten Zink- und Silberblechen zuſammen geſetzte Nadel an einem Coconfaden von 2 Fuſs Länge, in einem Glasbehälter frei und horizontal ſchwebend aufhing. Die Beweglichkeit dieſer Nadel war ungemein groſs. Dieſelbe Intenſität des Stoſses, welche die auf dem Stifte ſich drehende Nadel nur 10 bis 12 Mahl ihren Kreislauf während 6 oder 7 Minuten vollenden machte, ſetzte ſie wenigſtens auf eine volle halbe Stunde in Bewegung. Der ungemein geringe Grad der Wirkung des Fadens kam hier folglich in gar keinen Betracht. Aber trotz dieſer groſsen Freiheit der Bewegung ſtellte ſich die Nadel unmittelbar nach ihrer Zuſammenſetzung, und auch zu jeder Zeit nachher, in alle mögliche Richtungen, ohne irgend eine Oſcillation, und verblieb Tage lang in der allerwiderſinnigſten, nämlich Zink gerade in Süden.

Daſſelbe fand Statt bei galvani'ſchen Ketten, die auf Waſſer und auf Queckſilber ſchwimmend erhalten wurden; denn ich wollte durchaus kein Mittel unverſucht laſſen, ein ſo wichtiges Reſultat zu erhalten.

10. Meine letzte Hoffnung war, daſs, wenn bei einer Nadel das Moment der Kraft durch die Gröſse der Maſſe vermehrt, ihr aber nichts an Freiheit

der Bewegung entzogen würde, der Zug nach irgend einem Kardinalpunkte, sich nothwendig durch eine constante Richtung der Nadel werde verrathen müssen, wenn ein solcher Zug überhaupt, wenn auch mit einer kaum merkbaren Intensität, vorhanden sey. Es wurde dem zu Folge eine kleine Zinkbarre mit einem massiven Knopfe von 4 Linien Durchmesser gegossen, zum Gegengewicht ein Platindraht von $\frac{1}{2}$ Linie Dicke und 4 Zoll Länge in leitender Continuität daran gefügt, und das Ganze in einer hohen Glasglocke an einem höchst zarten ungesponnenen seidenen Faden aufgehängt. Aber selbst hier zeigte die grosse Zinkmasse am Ende des langen Hebels nie einen Trieb nach irgend einem bestimmten Punkte des Horizonts, und diese Nadel bewährte die vollkommenste Indifferenz. Sie zeigte aber nebenbei eine ganz besondere und gewisser Massen regelmässige Empfindlichkeit gegen jeden Strom der Luft, selbst gegen den unmerklichen, der im Innern der Glocke durch Temperaturveränderung Statt fand. So z. B. befand sich den 19ten Februar 1806 um 10 Uhr Morgens der Zink seit drei Tagen gerade in Süden. Zu der Zeit näherten sich die Strahlen der Sonne dem Apparate; das Zinkende fing an sich zu bewegen, und war um 11 Uhr in Südost, und um 12 Uhr in Osten 6° gegen Nord gekommen. Die Strahlen hatten die Glasglocke wirklich erreicht, und ihre südliche Seite, (von $\frac{3}{4}$ auf 11 bis etwas nach 12 Uhr,) beschienen. Wie nun aber die Sonnenstrahlen sich zurück zogen, und

die Strömung der erwärmt gewesenen Luft allmählich nachliefs, um sich durch entgegen gesetzte Bewegung wieder ins Gleichgewicht zu setzen, ging ebenfalls das Zinkende durch gleichförmige Bewegung zurück, und einige Minuten nach 1 Uhr war es wieder gerade in Süd gekommen, wo es bis zum andern Tage verblieb.

Um die Wirkung von Kohle und Zink zu prüfen, und zugleich einen noch höhern Grad von Beweglichkeit zu erreichen, liefs ich eine sehr leichte Zinkscheibe von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser verfertigen, in dem Schwerpunkte derselben eine Achse anlöthen und in der Richtung eines Halbmessers eine Hülse ebenfalls von Zink anbringen, in welche das zugeschärfte Ende eines ausgesuchten 4 Zoll langen Streifens Kohle eingepresst wurde. Das Ganze hing ich an einen um die Achse geschlagenen Coconfaden, in der Hoffnung, die geladene Kohle werde durch ihre Richtung ihre geographische Polarität verrathen. Sie that es aber eben so wenig als das Silber, ungeachtet die Beweglichkeit dieses Apparats so grofs war, dafs ich ihn fast nie in absoluter Ruhe beobachten konnte.

Es ist *mir* also trotz der ernstesten Bemühung, und ich gestehe es gern, trotz eines geheimen Wunsches, nie gelungen, auch nur eine Spur von tellurischer Polarität bei der einfachen galvani'schen Kette wahrzunehmen.

11. Eben so wenig habe ich die mindeste Ein-

wirkung des Magnets auf die einfache galvani'ſche Kette entdecken können.

Nach Herrn Ritter wird das Zinkende vom Südpole, und das Silberende vom Nordpole angezogen. Nach meiner ſehr ſorgfältigen und oft wiederhohlten Unterſuchung findet das eine ſo wenig als das andere Statt, und ich muſs ſchlieſsen, die galvani'ſche Kette habe durchaus keine Correſpondenz mit dem Magnetismus; mir wenigſtens iſt durchaus kein factiſcher Grund bekannt, irgend etwas dergleichen anzunehmen. Folgendes ſind die Verſuche, die ich, um die vorgebliche Einwirkung des Magnets zu prüfen, angeſtellt habe; ein jeder kann ſie äuſserſt leicht wiederhohlen.

Das eine Ende einer aus reinem Zink und aus Silber zuſammen geſetzten Nadel wurde iſolirt, oft auch nicht iſolirt, dem Pole einer höchſt beweglichen Magnetnadel genähert, ohne daſs je ein Anziehen oder ein Abſtoſsen Statt gefunden hätte: die galvani'ſche Kette zeigte ſich als vollkommen indifferent in Rückſicht auf magnetiſche Polarität.

Verſchiedene zuſammen geſetzte galvani'ſche Nadeln wurden, jede unter einer beſondern geräumigen Glasglocke an einem Faden ungeſponnener Seide, in ihrem Schwerpunkte aufgehängt. Als ſie ſich in völliger Ruhe befanden, führte ich einen eiſernen Draht in eine der Glocken unter den Rand hinein, der ſo gebogen war, daſs das obere Ende ſich bis auf 1' oder $\frac{1}{2}$ Linie dem Ende der galvani'ſchen Kette nähern lieſs. In dieſer Lage

wurde der Draht befeſtigt, und während alles in der Glocke in Ruhe war, wurde auf das äuſsere Ende des Eiſendrahts der eine Pol eines ſtarken, 20 Pfund tragenden Magnets geſtellt. Die Kraft deſſelben brachte indeſs nicht die mindeſte Anziehung oder Abſtoſsung, ſelbſt in dieſer geringen Ferne hervor. Der Verſuch wurde auf vielerlei Art abgeändert, mit ſtärkern und ſchwächern Magneten, mit gröſsern oder geringern Maſſen der heterogenen Metalle, aber es ergab ſich ſtets und ohne Widerrede die völligſte magnetiſche Indifferenz der galvani'ſchen Kette.

Zum Ueberfluſſe wiederhohlte ich den oben von Herrn Ritter beſchriebenen Verſuch ſehr oft, aber ebenfalls ſtets ohne den mindeſten Erfolg, wie zu erwarten war, da die Freiheit der Bewegung einer auf einem Stifte ruhenden Nadel, derjenigen einer Nadel, die an einem gut gewählten Faden aufgehängt iſt, auſserordentlich nachſteht. Die iſolirte auf dem Achathütchen ſich drehende galvani'ſche Kette wurde zwiſchen beide Pole eines aufrecht ſtehenden hufeiſenförmigen Magnets, der an 9 Pf. Eiſen trug, ſo aufgeſtellt, daſs das eine Ende derſelben ſich zwiſchen beiden Polen, um zum Einſpielen gebracht zu werden, befand. Dann betrug für das kürzere Silberende der Oſcillationsbogen zwiſchen beiden Polen ungefähr 40°, für das längere Zinkende dagegen nur etwas über 30°. Hier ein gedrängter Auszug einiger Beobachtungen, deren ich ſehr viel in allem Detail, ſogleich während des Ver-

aufs der Prüfungen, zu Papier brachte. An dieſen Verſuche, wie an den vorigen und folgenden, haben oft mehrere Beobachter Theil genommen.

Zink zwiſchen beiden Polen: Werth des ganzen Bogens 30°. Die iſolirte Nadel wurde bloſs durch einen leiſen Luftzug in Bewegung geſetzt.

1. Zink ſtieſs an den *Südpol*, ging von da zum Nordpol zurück;

   ſtieſs an den *Nordpol*, ging von da immer langſamer zum Südpol zurück;

   ſtieſs an den *Südpol*, und bewegte ſich von da ab mit kaum noch wahrzunehmender Geſchwindigkeit zurück. *Zink in völliger und dauernder Ruhe zwiſchen beiden Polen, ein wenig näher gegen den ſüdlichen.*

2. Zink ſtieſs an den *Südpol*, ging von da zum Nordpol;

   ſtieſs an den *Nordpol*, ging von da zum Südpol;

   ſtieſs an den *Südpol*, ging von da mit kaum wahrzunehmender Bewegung ab, und kam zur *völligen Ruhe, in welcher Zink um $\frac{1}{6}$ des Bogens vom Südpol entfernt blieb.*

3. Zink ſtieſs an den *Südpol*, ging dann zum Nordpol;

   ſtieſs an den *Nordpol*, ging dann zum Südpol;

   ſtieſs an den *Südpol*, ging von da immer langſamer zurück, und kam endlich zur Ruhe; der Zink blieb um $\frac{1}{3}$ des Oſcillationsbogens vom Nordpol ſtehen.

4. Zink ſtieſs an den Südpol;

   dann an den Nordpol;

und wiederum an den Südpol; bewegte ſich äuſserſt langſam zurück, und kam zur bleibenden Ruhe, um $\frac{1}{3}$ des Oſcillationsbogens vom Nordpol.

Eben ſo rein-zufällig, wie in dieſen vier Verſuchen, waren die Reſultate in allen übrigen, ſo wohl mit dem Zink-, als auch mit dem Silberende. Höchſt merkwürdig iſt dabei folgender Umſtand: Wenn die Nadel zur Ruhe gekommen war, in einer Lage, wo ihr Ende in einer auch noch ſo geringen Entfernung, oft nur von $\frac{1}{4}$ Linie, von irgend einem der Pole abſtand, ſo blieb ſie in ihr unverrückt Tage lang, bis ſie von auſsen in Bewegung geſetzt wurde, ohne daſs irgend eine Anziehung oder Abſtoſsung des kräftigen Magnets bei ſo geringer Entfernung die mindeſte Bewegung bewirkt hätte.

Auch fand ich unter unzähligen Fällen kaum einen einzigen, in welchem das Ende der Nadel in wirklicher Berührung mit dieſem oder jenem Pole des Magnets geruht hätte: jedes Mahl war die äuſserſt geringe mechaniſche Reaction des letzten Anſtoſsens hinlänglich geweſen, um die Nadel von dem Pole, den ſie zuletzt berührt hatte, zu entfernen, ſey es auch nur um einen mikroſkopiſch kleinen Abſtand.

Dieſer negative Erfolg, ſo äuſserſt auffallend er auch iſt, war mir gewiſſer Maſsen doch nicht ganz unerwartet. Die ſcheinbaren Analogieen der Voltaiſchen Säule mit dem Magnete hatten mich gleich bei der Entſtehung der Säule bewogen, ſie ſtrenge auf magnetiſche Polarität zu prüfen: ich hatte aber, wie

alle

alle andere, ſtets gefunden, daſs keiner ihrer Pole, ſelbſt bei der kräftigſten Säule, irgend eine Spur von Abſtoſsung auf die Pole der beſten Bouſſole oder einer magnetiſchen Windungswaage ausübt. Es war mir daher gleich anfänglich höchſt paradox, daſs die einfache Kette das zeigen ſollte, was die 200- bis 300fache uns ſo abſolut vorenthalten hatte.

12. Eine Sage, die ſich in mehrern Geſprächen über die behauptete telluriſche Polarität der galvani'ſchen Kette, als Beſtätigung derſelben erwähnen hörte, und die ich auch, wenn ich nicht ſehr irre, in irgend einer neuern Schrift geleſen habe, reitzte ſehr meine Neugierde. Man behauptete nämlich, die *Bouſſole der Chineſen* habe nicht wie die unſere eine homogene Stahlnadel, ſondern eine aus zwei heterogenen Metallen zuſammen geſetzte, gerade nach Art der magnetiſch ſeyn ſollenden einfachen galvani'ſchen Kette. Ich habe mich verſchiedentlich bemüht, auf den Grund dieſer Tradition zu kommen. Ein in Sachen ſeiner Kunſt ſehr wiſsbegieriger Schiffskapitän, der einige Mahl in China geweſen war, konnte mir hierüber keine Auskunft geben. Auch ſuchte ich vergebens darnach in allen Reiſebeſchreibungen und Berichten der gelehrten Miſſionare. Alles, was Legentil, Duhalde, Lecomte und die Neuern, von der Bouſſole der Chineſen melden, ſo ausführlich es mitunter iſt, enthält nichts, was den Urſprung dieſer Sage erklären könnte. Die einzige Veranlaſſung dazu mag wohl die Abbildung gegeben haben, welche Staunton

in ſeiner Reiſebeſchreibung von der chineſiſchen Bouſſole giebt. *) Die eine Hälfte der Nadel iſt in ihr mit einer ganz verſchiedenen Schattirung als die andere Hälfte angedeutet, gerade ſo, wie ein Zeichner die Heterogeneität der Metalle eines galvani'ſchen Verſoriums ausdrucken würde. Doch Staunton und Barrow, die ſich in der Reiſebeſchreibung ausführlich über die Conſtruction und die geographiſche Eintheilung dieſer Bouſſole einlaſſen, hätten wahrlich einen für Seefahrer ſo auffallenden Punkt, als dieſe Heterogeneität wäre, nicht ſo ganz mit Stillſchweigen übergangen. Die Verſchiedenheit dieſer Haltung beider Hälften der Nadel, welche von der andern Seite ganz ſicher nicht zufällig iſt, muſs alſo irgend einen aufserweſentlichen Grund haben, den weder Staunton noch Barrow einer Erwähnung würdigten. Ich glaube dieſen aufgefunden zu haben in der Beſchreibung, welche Cavallo von den chineſiſchen Seekompaſſen giebt, die Dr. James Lind, Arzt zu Windſor, mit aus China gebracht hat. Es heiſst in derſelben: „*Die Magnetnadel beſteht in einem cy-*
„*lindriſchen ſtählernen Draht, ungefähr ei-*
„*nen Zoll lang und nicht über $\frac{1}{40}$ Zoll im Durch-*
„*meſſer. Um ihren Nordpol zu unterſcheiden, iſt*
„*eine Hälfte roth, die andere ſchwarz.*“ Es ſcheint mir hiernach ausgemacht, daſs die erwähnte Tradi-

*) *An authentic account of an Embaſſy to the emperor of China*, London, Volum I, pag. 441. E.

tion lediglich auf einer flüchtigen Anſicht des Staunton'ſchen Kupfers beruht, welches ſich ſeinerſeits auf den in England durch Lind's Bouſſolen bereits bekannten Gebrauch der Chineſen bezieht, die entgegen geſetzten Hälften der Magnetnadeln mit zwei verſchiedenen Farben zu bezeichnen. Und ſo mag die Geneſis dieſes Irrthums ſtatt aller Widerlegung deſſelben gelten; um ſo mehr, da wir nebenbei einen factiſchen, directen Beweis für die Homogeneität der chineſiſchen Stahlnadeln erhalten haben.

(Der Beſchluſs folgt im nächſten Stücke.)

II.

ERGÄNZUNGEN

zu dem

im vorigen Hefte der Annalen befindlichen Auszuge aus der Abhandlung der Herren Biot *und* Arago *über die Verwandtſchaften der Körper zum Lichte und das Brechungsvermögen der Gasarten;*

von

GILBERT.

Dieſe Abhandlung iſt von ſo vielem Intereſſe und von einem ſo ausgezeichneten Werthe, daſs ſie es verdient, daſs ich den Leſer noch ein Mahl zu ihr zurück führe. Herr Biot iſt der Verfaſſer derſelben; er hat ſie am 24ſten März 1806 in der mathem.-phyſikal. Klaſſe des National-Inſtituts vorgeleſen, und bald darauf ſcheint der Auszug verfaſst zu ſeyn, von dem ich den Leſer im vorigen Hefte dieſer Annalen unterhalten habe. Die Abhandlung ſelbſt iſt erſt jetzt in den *Mémoires de l'Inſtit. National*, 1*er Semeſtre* 1806, im Druck erſchienen, und es finden ſich in ihr Beobachtungen noch aus dem Monat Julius. Einen einzelnen Abdruck derſelben, mit einem eignen Titelblatte, *Paris, Novembre* 1806, 96 p., q., verdanke ich dem ſeltenen und nie zu ermüdenden Eifer, womit der Hr. Freiherr Alex. von Humboldt ſich um die Verbreitung der Wiſſenſchaften keine kleinern Verdienſte erwirbt, als er ſich um die Erweiterung derſelben bereits errungen hat, und noch täg-

lich zu erringen beſtrebt iſt. Ich erſehe aus ihr, daſs die Klaſſe von Leſern, welche beim Anblicke mathematiſcher Formeln ein heiliges Grauen zu ergreifen pflegt, alle Urſache hat, mit der Darſtellung der Unterſuchung und ihrer Reſultate, welche man in dem vorigen Hefte gefunden hat, zufrieden zu ſeyn, und daſs ich in meinen Erläuterungen der Wahrheit mehrentheils näher gekommen bin, als ich ſelbſt es hoffen durfte. Die Berechnungen und Formeln hat Herr Biot, nach ſeiner gewohnten, und ſehr wohl berechneten Art, in die Noten verwieſen, welche der Abhandlung angehängt ſind.

Auch ſie ſind ſo belehrend und ſo wichtig, daſs ich ſie in ihrem ganzen Detail hier nachzutragen für eine Pflicht hielt. Doch habe ich den Vortrag an vielen Stellen abgekürzt, die Ordnung der Materien verändert, und das, was dunkel und ſchwierig war, wie ich mir ſchmeichle, ſo aufgehellt, daſs ſich nun jeder Phyſiker, der die Verſuche der Herren Biot und Arago wiederhohlen und erweitern will, dazu, von Seiten der Methoden und Rechnungen wird in den Stand geſetzt ſehen. Einige ergänzende Notizen mögen den Anfang machen; es folgen dann die beiden erſten Noten und darauf das Detail der Refractions-Beobachtungen, die Reſultate der Berechnung dieſer Beobachtungen, und noch manches Intereſſante aus den phyſikaliſchen und aus den optiſch-chemiſchen Folgerungen, welche die Herren Biot und Arago aus ihnen ziehn. Durch dieſe Stellung werden dieſe Materien verſtändlicher und belehrender. Die dritte Note, die ſich mit den Abwägungen und mit der Beſtimmung des Coefficienten der Laplace'ſchen Formel für Höhenmeſſungen durch das Barometer beſchäftigt, verſpare ich für das folgende Heft. *Gilbert.*

Der Erfinder des Vervielfältigungs-Kreises, Borda, hatte ein ganzes Jahr darauf verwendet, die Beobachtungen Hawksbee's über die Strahlenbrechung der atmosphärischen Luft mit der Vollkommenheit zu wiederhohlen, welche unsre jetzigen Kenntnisse und jenes vortreffliche Werkzeug möglich machen. Dass sich nach seinem Tode auch nicht ein einziges seiner Resultate vorgefunden hat, bedauerte man desto mehr, da Borda mit der höchsten Genauigkeit zu verfahren gewohnt war, und in hohem Grade die Geschicklichkeit im Beobachten mit der im Rechnen verband, wie es zu so feinen und genauen physikalischen Untersuchungen unumgänglich nöthig war. Diese Arbeit wieder aufzunehmen, und auf alle luftförmige Körper auszudehnen, wurde auf den Antrag des Herrn De La Place von der physik.-mathem. Klasse des National-Instituts Herrn Biot übertragen.

„Als ich diesen Auftrag übernahm," sagt Herr Biot, „war ich mir bewusst, dass ich alle Kräfte würde anstrengen müssen, um diesem Zutrauen zu entsprechen, und etwas dem würdiges zu liefern, dessen Verlust man beklagte. Da die anzustellenden Versuche höchst fein und schwierig und sehr zu vervielfältigen waren, so lud ich Herrn Arago, Sekretär des Längen-Büreau, ein, sie mit mir zu unternehmen. Wir haben gemeinschaftlich alle Versuche und alle Rechnungen angestellt, von denen ich die Klasse zu unterhalten im Begriffe bin, und

die Resultate derselben gehören daher auch uns beiden gleichmäfsig an. . . . . In den Noten, am Ende dieser Abhandlung, *) haben wir umständlich die Art, wie wir bei unsern Versuchen verfahren sind, beschrieben, die verschiedenen Umstände bei denselben erörtert, und den Grad ihrer Genauigkeit erwogen; nicht eher waren wir zufrieden, als wenn die möglichen Irrthümer kleiner waren, als dafs sie sich noch wahrnehmen liefsen. Hier wird es genug seyn, zu sagen, das wir uns desselben Prisma bedient haben, von welchem Borda Gebrauch gemacht hatte, und dafs uns weiter nichts als dieses von ihm übrig geblieben ist; denn man weifs nicht einmahl, wie er sich des Prisma bedient habe." —

Man sieht dieses Prisma auf Tafel I abgebildet. Herr Biot sagt davon in der Abhandlung selbst mehr nichts, als was man in dem Auszuge, (oben S. 353,) gelesen hat, doch kömmt noch einiges zur Erläuterung in den Noten vor. Die messingene Röhre des Prisma ist sehr enge, und auf derselben steht das Barometer. Der Winkel der beiden brechenden Flächen wurde aus den Winkeln bestimmt, welchen directe Strahlen von einem sehr weit entlegnen Gegenstande mit Strahlen desselben Gegenstandes machten, die von den brechenden Flächen zurück geworfen wurden; ein Verfahren, welches Herr La Place angegeben

*) Es sind ihrer drei, und machen die Hauptsache gegenwärtiger Ergänzung aus. *Gilb.*

hat, und das man in der erſten Note umſtändlich entwickelt findet. Es übertrifft alle mechaniſche Mittel bei weitem an Genauigkeit, und läſst nur einen Irrthum von wenigen Secunden zu.

„Die Beobachtungen", ſagt Herr Biot, „haben uns belehrt, daſs die ebenen Oberflächen der beiden brechenden Glasplatten nicht mit einander vollkommen parallel waren, ſondern daſs ſie einen Lichtſtrahl, der durch ſie hindurch ging, beide zuſammen in der Regel um einen Winkel von 16″,6 ablenkten. Ich ſage: in der Regel; denn wir haben hierbei kleine Veränderungen wahrgenommen, welche vielleicht von den dünnen Lagen des Dunſtes herrühren, der ſich an den Gläſern niederſchlägt, oder von andern Umſtänden, die wir nicht haben ergründen können. Dieſe Gröſse, welche wir Sorge getragen haben, in jedem Verſuche zu meſſen, iſt im Vergleich mit der ganzen Ablenkung ſehr klein, (denn dieſe betrug, wenn das Prisma luftleer war, mehr als 6′;) und aus den Beobachtungen erhellte, daſs ſie in dieſem Falle zu den beobachteten Winkeln hinzu zu fügen war."

„Dieſe Winkel zu meſſen, diente uns einer der Vervielfältigungs-Kreiſe der Sternwarte. Das Prisma, welches vor dem obern Fernrohre ſtand, lenkte den Lichtſtrahl, indem es in horizontaler Ebene umgedreht wurde, abwechſelnd nach den beiden entgegen geſetzten Seiten des Abzeichens ab, auf welches das untere Fernrohr des Kreiſes beſtändig

durch die Luft gerichtet wurde. (Man ſehe Taf. I.) *) Dieſe ſehr einfache Anordnung, deren Genauigkeit wir uns bewieſen hatten, wie man in der zweiten Note finden wird, lieſs eine nach Belieben vervielfachte Beobachtung des Winkels zu, welchen der durch das Prisma abgelenkte Strahl mit der Achſe des untern Fernrohrs machte, und ſo konnten wir dieſen Winkel in kurzer Zeit ſehr oft nehmen. Zum Abzeichen wählten wir einen der Gewitterableiter der Sternwarte; wir ſelbſt befanden uns in einem Saale des Pallaſtes des Senats, 1400 Mètres von der Sternwarte entfernt. — — —. Die Formeln, nach welchen wir das Brechungsvermögen der Gasarten aus den Beobachtungen berechnet haben, ſind von uns bis auf die zweiten Potenzen der Refractionen entwickelt worden, welche bei der auſserordentlichen Feinheit unſrer Prozeſſe noch einen wahrnehmbaren, obgleich ſehr geringen Einfluſs hatten; man findet dieſe Formeln in der zweiten Note entwickelt."

„Man begreift leicht, daſs es für uns von der höchſten Wichtigkeit war, vollkommene Inſtrumente zu haben, die in ihrem Gange aufs genaueſte übereinſtimmten. Die, welche Herr Fortin für uns gemacht hat, lieſsen in dieſer Hinſicht nichts zu wünſchen übrig. Wir müſſen frei geſtehen, daſs ohne die Hülfe dieſes vortrefflichen Künſtlers, ohne die

*) Und im vorigen Hefte, Taf. IV, und die Erläuterungen in der Anmerkung S. 355. *Gilb.*

viele Mühe, die er ſich gegeben hat, um uns behülflich zu ſeyn, die äuſserſte Genauigkeit zu erreichen, wir dieſe Verſuche nie würden haben zu Ende bringen können. Wir ſchmeicheln uns aber auch, daſs alle dieſe Hülfsmittel vereint, uns zu einem Grade von Genauigkeit geführt haben, der dem der aſtronomiſchen Beobachtungen gleich kömmt; und dieſes iſt alles, was ſich bei dem Zuſtande unſrer Wiſſenſchaften fordern läſst."

Bei den Verſuchen über das Brechungsvermögen der Gasarten kam es darauf an, das Prisma mit ganz reinem Gas zu füllen. Das hatte einige Schwierigkeit. Denn wenn man das luftleer gepumpte Prisma auf den Gasrecipienten aufſchraubte, ſo blieb der Theil der Communicationsröhre, der ſich zwiſchen dem Hahne des Prisma und dem Hahne des Gasrecipienten befand, voll atmoſphäriſcher Luft. Oeffnete man beide Hähne, ſo ſtrömte dieſe zugleich mit dem Gas in das Prisma, und hier muſste ihr ſtörender Einfluſs wegen des geringen Inhalts des Prisma bedeutend werden. Dieſelbe Schwierigkeit trat bei dem Abwägen der Gasarten in einem luftleer gepumpten Ballon ein. Um ihr abzuhelfen, haben die Herren Biot und Arago in dem Hahnſtücke ihrer Gasrecipienten noch einen zweiten ſehr kleinen Hahn mit einer engen Oeffnung angebracht, wie dieſes Taf. I, Fig. 3, vorſtellt. *A* iſt der Hahn des Gasrecipienten, *B* der Hahn des Prisma oder des Ballons, *C* der kleine Hahn. Nachdem das Prisma luftleer gepumpt und auf den Gas-

recipienten aufgeſchraubt worden, wurde vermittelſt des Hahns *C* der Zwiſchenraum zwiſchen den beiden groſsen Hähnen *A*, *B* luftleer gepumpt. Dann drehte man dieſe beiden Hähne ſo, daſs dieſer Zwiſchenraum verſchloſſen war, und daſs das Innere des Recipienten durch den Hahn *C* mit der äuſsern Luft in Verbindung ſtand, drückte den Recipienten unter Waſſer, um durch *C* die atmoſphäriſche Luft aus ihn auszutreiben, verſchloſs, wenn dieſes geſchehn war, den Hahn *C*, lieſs das Gas in den Recipienten ſteigen, und öffnete die beiden Hähne *A* und *B*, durch die nun das Gas ohne alle Beimiſchung von atmoſphäriſcher Luft in das Prisma oder den Ballon hinein ſtieg.

I. *Meſſung des Brechungswinkels des Prisma.*

Es ſtelle in Fig. 1, Taf. II, *S* den brechenden Winkel des Prisma vor, und *SP*, *SP'* die beiden brechenden Ebenen. Der Gegenſtand *O* ſey unendlich weit entfernt. Die Strahlen *OP*, *OP'*, welche auf das Prisma fallen, mögen nach *PC* und *P'C'* zurück geworfen werden, und die Linien *PN*, *P'N'* dieſe Winkel halbiren. Unter dieſen Vorausſetzungen ſind *OP*, *OP'* parallel, und *PN* und *P'N'* ſtehn ſenkrecht auf den brechenden Ebenen. In dem Falle, wenn die beiden Winkel *OPC* und *OP'C'* ſich in einerlei Ebene befinden, [die alsdann auf dem Durchſchnitte der beiden brechenden Ebenen

ſenkrecht ſtehen muſs,] ſchneiden ſich die beiden Normalen PN und $P'N'$ verlängert in einem Punkte S', und der Winkel $PS'P'$, den ſie mit einander machen, ergänzt den Brechungswinkel S zu zwei rechten. Man brauchte daher nur einen Vervielfältigungs-Kreis in C und nachher in C' aufzuſtellen, und die Winkel zu meſſen, welche die directen Strahlen OC, OC' mit den zurück geworfenen Strahlen PC, $P'C'$ machen, um den Brechungswinkel des Prisma zu finden. Denn den Ergänzungen derſelben zu zwei rechten ſind die Winkel CPO, $C'P'O$ gleich; und bezeichnet man dieſe mit ψ, ψ', ſo iſt der Winkel $S' = \frac{\psi+\psi'}{2}$ und der Brechungswinkel $S = 180° - \frac{\psi+\psi'}{2}$. Alles dieſes ſetzt jedoch voraus, daſs die Winkel CPO und $C'P'O$ ſich in einer und derſelben Ebene befinden.

Nun aber iſt es phyſiſch unmöglich, die Ebene des Kreiſes in beiden Beobachtungen ſo zu ſtellen, daſs dieſe Bedingung erfüllt werde. Alles, was ſich erreichen läſst, iſt, daſs der Winkel, welchen die Ebenen beider Winkel mit einander machen, und den wir mit Φ bezeichnen wollen, ſo wenig verſchieden von 180° wird, daſs, wenn wir

$$\text{cof. } \Phi = -1 + \alpha$$

ſetzen, α eine ſehr kleine Gröſse iſt.

Der Durchſchnitt der beiden Ebenen muſs mit den Parallellinien PO, $P'O$ parallel ſeyn; er ſey AA in Fig. 2, Taf. II. Zieht man durch einen Punkt A deſſelben, in der einen Ebene PCO eine Li

parallel mit PN, und in der andern Ebene $P'C'O$ Linie An' parallel mit $P'N'$, ſo iſt $ZAn = \frac{\Psi}{2}$ d $ZAn' = \frac{\Psi'}{2}$, und der Winkel, den dieſe beiden nien mit einander machen und den wir V ſetzen llen, wird derſelbe ſeyn, als der der beiden Nor- len NP, $N'P'$, die ſich nicht ſchneiden. Zieht n endlich auf die Durchſchnittslinie AZ in den iden Ebenen AX und AY ſenkrecht; ſo iſt der inkel $XAY = \varphi$, oder gleich dem Neigungswin- l der beiden Ebenen. Wir haben dann

$$\text{cof. } V = \text{cof. } \frac{\Psi}{2} \cdot \text{cof. } \frac{\Psi'}{2} + \text{ſin. } \frac{\Psi}{2} \cdot \text{ſin. } \frac{\Psi'}{2} \cdot \text{cof. } \varphi.$$ *)

äre $\varphi = 180°$, folglich cof. $\varphi = -1$, ſo wür- auch nach dieſer Formel $V = \frac{\Psi + \Psi'}{2}$. Setzen r cof. $\varphi = -1 + \alpha$; ſo erhalten wir

$$\text{cof. } V = \text{cof. } \left(\frac{\Psi + \Psi'}{2}\right) + \alpha \cdot \text{ſin. } \frac{\Psi}{2} \cdot \text{ſin. } \frac{\Psi'}{2},$$

o das zweite Glied die Correction wegen des licht-Zuſammenfallens der beiden Ebenen, aus- ruckt. Vermittelſt dieſer Formel läſst ſich der inkel der Normalen PN, $P'N'$ berechnen, und

*) Statt der etwas umſtändlichen Ableitung dieſes Ausdruck bei Hrn. Biot, die Bemerkung, daſs dieſes der bekannte Ausdruck zwiſchen drei Seiten und einem Winkel eines ſphäriſchen Dreiecks iſt, und daſs, wenn man ſich um A ein ſphäriſches Dreieck RUW beſchrieben denkt, darin die Seiten $r = V$, $u = \frac{\Psi}{2}$, $w = \frac{\Psi'}{2}$ ſind, und der Winkel $R = YAZ = \varphi$ iſt. *Gilb.*

aus diesen folgt der Winkel der beiden brechenden Ebenen des Prisma.

Folgendes sind die Methoden, deren man sich zum Messen der Winkel ψ, ψ', Φ bedient hat.

Die Beobachtungen wurden in dem grosen Saale des Observatoriums angestellt; der Telegraph auf Montmartre diente als Gegenstand, und die Winkel OCP, $OC'P'$, welche die Winkel ψ, ψ' zu zwei rechten ergänzen, wurden mit einem kleinen Repetitions-Kreise von Le Noir gemessen. Da das Prisma nicht weit genug von dem Kreise entfernt war, dass das zurück geworfene Bild hätte in dem Mittelpunkte beider Fernröhre zugleich erscheinen können, (wie das mit dem Telegraphen selbst der Fall war,) so musste man von der gewöhnlichen Art, mit dem Repetitions-Kreise zu messen, abweichen. Das obere Fernrohr wurde auf Null gestellt, und dann genau auf das Bild im Prisma, das untere dagegen auf den Telegraphen gerichtet. Man lüftete darauf die Schraube, welche das obere Fernrohr andrückte, verschob dieses längs des Limbus, und richtete es ebenfalls auf den Telegraphen, so dass dieser nun im Mittelpunkte beider Fernröhre zugleich erschien; der Vernier des obern Fernrohrs zeigte alsdann den einfachen Winkel OCP oder $180° - \psi$. Darauf wurde der ganze Kreis, ohne dass man die Schrauben der Fernröhre lüftete, zurück gedreht, bis das zurück geworfene Bild wieder in der Achse des obern Fernrohrs erschien, welches geschehen musste, da hierbei die Ebene des Kreises

ſich nicht änderte. Lüftete man nun die Schraube des untern Fernrohrs und führte es längs des Limbus fort, bis der Telegraph wieder darin erſchien, ſo war alles wie zu Anfang der vorigen Meſſung; und verfuhr man wieder wie zuvor, ſo hatte man eine zweite Meſſung des Winkels OCP; alſo, vom Nullpunkte an gerechnet, den doppelten Winkel. So fuhr man fort, dieſen Winkel zu vervielfältigen, bis man die äuſserſte Genauigkeit erlangt hatte. Gerade ſo verfährt man an der andern Seite des Prisma, um den Winkel ψ' zu meſſen.

Um den Winkel φ zu finden, welchen die beiden Ebenen mit einander machten, in denen ſich der Kreis in ſeinen beiden Lagen C und C' befand, wurden, in beiden Lagen, auf den ſenkrechten Wänden des Saals mehrere Punkte bemerkt, welche in der verlängerten Achſe des obern Fernrohrs lagen, wenn man dieſes Fernrohr auf dem Limbus, bei unveränderter Lage des Kreiſes, umher führte. Durch ein Bleiloth beſtimmte man alsdann ſorgfältig die Projection dieſer Punkte auf dem Fuſsboden, den man als horizontal annahm, zog von dieſen Projectionen Perpendikel auf die am Fuſsboden gezogene Mittagslinie, und maſs für jeden Punkt die drei auf einander ſenkrecht ſtehenden Coordinaten, welche auf dieſe Art die Lage deſſelben beſtimmten. Mit groſser Sorgfalt wurde die Lage des Mittelpunkts des Kreiſes, als er in C und in C' ſtand, auf ähnliche Art durch 3 Coordinaten beſtimmt; und dieſes diente, die erſtern Beſtimmungen zu prüfen,

da die Mittelpunkte in den beiden Ebenen, welche durch die an der Wand bezeichneten Punkte gingen, liegen mufsten; eine Bedingung, die fich alle Mahl fo genau erfüllt fand, dafs der Fehler nie über $0^m,0005$ ftieg. Aus der bekannten Lage der Ebenen liefs fich nun ihr Neigungswinkel φ mit der gröfsten Genauigkeit herleiten; und da mehr nichts als diefes erforderlich ift, um die Beobachtungen auf die Ebene des Brechungswinkels des Prisma zu reduciren, fo fieht man, dafs diefer Winkel auf dem hier eingefchlagenen Wege mit einer Genauigkeit gefunden wurde, die nichts zu wünfchen übrig liefs.

Was die Formeln betrifft, die den Winkel φ gaben, fo find fie äufserft einfach. Die allgemeine Form der Gleichung einer Ebene, vermittelft dreier auf einander fenkrecht ftehender Coordinaten x, y, z ift:

$$z = Ax + By + D.$$

Soll die Ebene durch drei Punkte gehen, deren fenkrechte Coordinaten find x', y', z'; x'', y'', z''; x''', y''', z'''; fo hat man

$$\begin{aligned} z' &= Ax' + By' + D \\ z'' &= Ax'' + By'' + D \\ z''' &= Ax''' + By''' + D \end{aligned}$$

Und fchafft man hier, auf dem bekannten Wege, erft D, dann A oder B heraus, fo erhält man

$$B = \frac{(z'-z'')\,.\,(x'-x''') - (z'-z''')\,.\,(x'-x'')}{(y'-y'')\,.\,(x'-x''') - (y'-y''')\,.\,(x'-x'')}$$

$$A = \frac{(z'-z'')\,.\,(y'-y''') - (z'-z''')\,.\,(y'-y'')}{(x'-x'')\,.\,(y'-y''') - (x'-x''')\,.\,(y'-y'')}$$

Auf

Auf ähnliche Weiſe findet man B' und A', und dann iſt cof. $\Phi = \frac{1 + AA' + BB'}{\sqrt{(1+A^2+B^2)} \cdot \sqrt{(1+A'^2+B'^2)}}$.

Hier die Beobachtungen. Am 15ten Januar 1806 wurde der Winkel OCP 8 Mahl und unmittelbar darauf, (um allen Veränderungen in der atmoſphäriſchen Strahlenbrechung auszuweichen,) der Winkel $OC'P'$ 11 Mahl genommen. Der Gang beider Beobachtungsreihen war ſehr genügend. Daraus fand ſich $\psi = 32° 16' 36''$; $\psi' = 41° 35' 0''$, und folglich $\frac{\psi+\psi'}{2} = 36° 55' 48''$. Die Maaſse, welche an demſelben Tage genommen wurden, um den Winkel Φ zu finden, gaben $\Phi = 174° 4' 2''$. Dieſe Werthe in die Formel für den Winkel V, den die beiden Normalen mit einander machten, geſetzt, gaben $V = 36° 57' 21''$, und alſo den *brechenden Winkel* der beiden Glasebenen $= 143° 6' 39''$.

Die Correction wegen der Nicht-Coincidenz der Ebenen des Kreiſes in beiden Lagen betrug in dieſem Falle alſo nur $2' 27''$, und bei der Genauigkeit der Methode, durch welche die Neigung beider Ebenen beſtimmt worden war, lieſs ſich nicht zweifeln, daſs dieſe Correction ſehr genau ſey. Um dieſes indeſs auſser allem Streit zu ſetzen, wurde der Brechungswinkel noch ein Mahl am 23ſten Januar, bei veränderter Lage des Prisma beſtimmt. Zehn Beobachtungen gaben den Winkel $\psi = 31°$ $53' 16''$; und zehn folgende Beobachtungen den Winkel $\psi' = 41° 52' 15''$; woraus folgt $\frac{\psi+\psi'}{2}$

$= 36° 52' 45''$. Die ferner genommenen Maafse gaben den Winkel $\varphi = 178° 28' 15''$; man war alſo ſo glücklich geweſen, den Kreis in C' ſo zu ſtellen, daſs die Ebene deſſelben faſt ganz mit der Ebene zuſammen fiel, in der er ſich in der erſten Lage C befunden hatte. Daraus findet man $V = 36° 52' 32''$ und den *brechenden Winkel des Prisma* $= 143° 7' 28''$.

Dieſes Reſultat weicht von dem vorigen nur um $49''$ ab, und man wird aus den folgenden Formeln ſehen, daſs bei einem ſo groſsen brechenden Winkel ſelbſt ein Unterſchied von $1'$ auf die Beſtimmung des Brechungsvermögens der Luft noch keinen merkbaren Einfluſs hat. Da beim letzten Reſultate die ganze Correction überhaupt nur $13''$ beträgt, ſo kann ihre Abweichung von der Wahrheit nur äuſserſt geringe ſeyn; und ſo wohl aus dieſem Grunde, als wegen der mehrern Vorſichtsmaafsregeln, die bei dieſer Beſtimmung genommen wurden, verdient ſie vor der erſtern den Vorzug. Es bedarf kaum bemerkt zu werden, daſs das hier gebrauchte Verfahren den brechenden Winkel unendlich genauer giebt, als es jedes mechaniſche Verfahren zu thun vermag. Erſt nachdem man mehrere dieſer letzten verſucht, und ſich von der Unvollkommenheit derſelben überzeugt hatte, kam man auf die hier beſchriebene Methode.

„Dieſes Verfahren", fügt Herr Biot hinzu, „bleibt ſelbſt auch dann noch anwendbar, wenn ſelbſt die beiden brechenden Ebenen des Prisma einen ſehr ſpitzen Winkel mit einander machen; nur daſs man dann nicht die Schneide, ſondern eine der bre-

chenden Ebenen des Prisma dem Gegenſtande, der als Merkzeichen dient, zuwenden, und das Bild beobachten muſs, das von der innern Fläche des hintern Glaſes zurück geworfen wird. Von dieſem Bilde gehn noch Strahlen genug durch das vordere Glas hindurch, daſs es ſich zugleich mit dem Bilde von dem vordern Glaſe wahrnehmen läſst: die Hälfte des Winkels, unter dem beide Bilder erſcheinen, iſt, falls der Gegenſtand ſehr weit abliegt, gleich dem brechenden Winkel. Hierbei muſs man aber ſorgfältig darauf ſehen, daſs der Gegenſtand, die beiden Bilder und der Mittelpunkt des Kreiſes in derſelben Ebene liegen, denn nur in dieſem Falle kann man gewiſs ſeyn, daſs die Beobachtung in der Ebene des Brechungswinkels vor ſich geht. Wir haben uns dieſes Verfahrens bedient, um den brechenden Winkel eines Prisma zu finden, das uns gedient hat, das Brechungsvermögen der tropfbaren Flüſſigkeiten zu beobachten, und dem man einen ſehr ſpitzigen Winkel gegeben hatte, damit die Schicht der Flüſſigkeit nicht ſo dick werden möchte, durch Farbenzerſtreuung die Geſtalt der Gegenſtände zu verändern. Der brechende Winkel dieſes Prisma betrug 2° 16′ 37″, und es reichte hin, ihn 5 Mahl zu vervielfältigen, um ihn mit dem Repetitionskreiſe mit aller zu erwünſchenden Genauigkeit zu erhalten. Die Beobachtung wird in dieſem Falle ungefähr ſo wie mit einem Sextanten angeſtellt; doch kann man bloſs durch Vervielfältigung vom Werthe des Winkels ſicher werden.“

II. *Formeln, um das Brechungsvermögen der luftförmigen Flüssigkeiten aus den Beobachtungen durch das Prisma zu finden.* *)

Die beiden Glasplatten des Prisma sind mit so grosser Sorgfalt gearbeitet, dass die beiden ebenen Oberflächen einer jeden nur höchst wenig vom Parallelismus abweichen. *Elles ont été coupées parallèlement dans un même morceau de verre travaillé*, weshalb die sehr kleine Neigung ihrer Oberflächen, die höchstens noch vorhanden war, sehr nahe in beiden gleich seyn, und nach ihrer Länge Statt finden musste. War dieses aber der Fall, so bildete das Prisma eigentlich drei Prismen, deren brechende Winkel alle drei in Einer Ebene lagen: zwei aus Glas, mit sehr kleinen brechenden Winkeln, die wir mit ε, ε' bezeichnen wollen, und eins, das luftleer war oder aus einer Gasart bestand, und einen sehr grosen brechenden Winkel a hatte. Dass in der That die brechenden Winkel dieser Prismen sich alle drei in Einer Ebene befanden, wurde auch

*) Das, was unter dieser Ueberschrift folgt, ist im Ganzen zwar der Vortrag des Verfassers in seiner zweiten Note; im Einzelnen bin ich aber fast durchgehends von ihm ziemlich weit abgewichen; ich schmeichle mir, manche Schwierigkeit und Dunkelheit weggeräumt zu haben, und hoffe, dass man bei einer Vergleichung finden wird, dass die Darstellung hier an Kürze und Klarheit gewonnen hat. *Gilb.*

durch Beobachtungen direct beſtätigt. War nämlich das Prisma voll atmoſphäriſcher Luft, ſo daſs die beiden Glasprismen allein die Brechung bewirkten, und richtete man das Fernrohr des Vervielfältigungskreiſes durch daſſelbe auf die Sternwarte, ſo blieb der horizontale Faden des Fernrohrs, der ſich horizontal auf die Sternwarte projicirte, immerfort ſcheinbar horizontal, wenn man das Prisma auch rund herum in der Horizontalebene drehte; der Faden wurde dadurch nach vertikaler Richtung gar nicht verrückt. Wenn man alsdann das Prisma luftleer pumpte, wodurch eine bedeutende Brechung entſtand, welche die Wirkung des groſsen innern Prisma war, ſo geſchah die Ablenkung immer noch auf dieſelbe Art, ganz nach horizontaler Richtung, und der horizontale Faden des Fernrohrs deckte immer noch dieſelbe Horizontallinie an der Sternwarte, wie zuvor, als das Prisma voll Luft war. — Dieſes beweiſt zur Genüge, daſs alle drei Prismen den Lichtſtrahl in derſelben Ebene ablenkten.

Den Weg, den ein Lichtſtrahl, unter dieſer Vorausſetzung, durch das Prisma nimmt, ſieht man in Fig. 3 und 4 auf Tafel II abgebildet. Fig. 3 ſtellt den Fall vor, wenn das Gas im Prisma den Strahl ſchwächer bricht, als die atmoſphäriſche Luft; Fig. 4 den Fall, wenn das brechende Mittel, welches das innere Prisma bildet, die atmoſphäriſche Luft an Brechungsvermögen übertrifft. Im erſten Falle geſchieht die Ablenkung nach dem brechenden Winkel

S hinwärts, im zweiten von dem brechenden Winkel I *S* abwärts.

Es bedeute m das Brechungsverhältnifs aus der atmofphärifchen Luft in Glas, das heifst: wenn der Strahl aus der atmofphärifchen Luft in Glas geht, fo verhalte fich der Sinus des Einfallswinkels, zu dem des Brechungswinkels, wie $1 : m$; und umgekehrt, beim Uebergange aus Glas in atmofphärifche Luft, wie $m : 1$, oder wie $1 : \frac{1}{m}$. Der Werth von m hängt von der Natur des Glafes und von der Dichtigkeit der äufsern Luft ab. Das Glas blieb in allen diefen Verfuchen daffelbe, und das vordere und hintere waren aus demfelben Stücke gefchnitten, und alfo von einerlei Art; die atmofphärifche Luft ift im Vergleiche des Glafes fo aufserordentlich dünn, dafs ihr Einflufs auf den Werth von m überhaupt nur geringe, und dafs die kleinen meteorologifchen Verfchiedenheiten in ihrer Dichtigkeit darauf ganz unmerkbar find. Aus diefem Grunde ift m in allen diefen Verfuchen eine beftändige Gröfse.

Das Brechungsverhältnifs aus dem leeren Raume oder aus einer Gasart in Glas von derfelben Natur, ift zwar nur wenig, aber doch etwas von dem aus der atmofphärifchen Luft in das Glas verfchieden. Bezeichnet man es daher mit $1 : m\,(1 - \omega)$, fo ift ω nur ein fehr kleiner Bruch, deffen höhere Potenzen fo unbedeutend werden, dafs fie fehr bald nicht mehr in Betracht kommen. Diefe Annahme fetzt voraus, dafs das Mittel im Prisma *fchwächer* als die atmofphärifche Luft das Licht breche; denn würden beide

durch ein Glas mit parallelen Oberflächen getrennt, ſo würde der Sinus des Einfallswinkels aus der atmoſphäriſchen Luft, zum Sinus des Brechungswinkels im Gas ſich verhalten, wie $1 : m . \frac{1}{m(1-\omega)}$; der Strahl im letztern alſo vom Perpendikel abgebrochen werden. Im Falle das Gas im innern Prisma ein *ſtärkeres* Brechungsvermögen als die äuſsere Luft hat, (z. B. wenn das Prisma mit Ammoniakgas, mit kohlenſaurem Gas oder mit ſalzſaurem Gas gefüllt iſt,) ſo wird ω *negativ*, ein Fall, den Fig. 4 darſtellt; und iſt beider Brechungsvermögen gleich, ſo wird $\omega = 0$, und der Strahl wird durch das innere Prisma allein gar nicht abgelenkt.

Es ſey ferner A der Winkel, welchen ein Strahl MF, (Fig. 3,) der durch das Prisma hindurch geht, mit der vordern Glasfläche macht, und zwar werde für ihn, und für alle einfallende Strahlen der vom brechenden Winkel des Prisma abgekehrte Winkel genommen. Endlich mögen A', A'', A''', A'''' der Reihe nach die Winkel bedeuten, welche der Strahl nach jeder der vier Brechungen, die er erleidet, mit den hintern Flächen der Glasebenen macht; und zwar iſt dafür immer der Winkel zu nehmen, der auf der andern Seite des Strahls, alſo dem brechenden Winkel zugekehrt liegt. Dann ſind folgendes die

brech. Fläch.	Winkel, unter denen der Strahl auffällt			ausgeht
1ſte	$A = MF'L'$			$A' = SF'F''$
2te	$A' + \omega' = FF''L''$	$= SF'F''$	$+ F'SF''$	$A'' = SF''F'''$
3te	$A'' + \alpha = F''F'''L'''$	$= SF''F'''$	$+ F''SF'''$	$A''' = SF'''F''''$
4te	$A''' + \omega' = F'''F''''L''''$	$= SF'''F''''$	$+ F'''SF''''$	$A'''' = SF''''O$

Ein Strahl, wie $MD'D''D'''D''''O$, der in ſeiner anfänglichen Richtung, (MD' parallel MF',) ganz ungebrochen durch das Prisma hindurch ginge, würde ſich von den vier Glasflächen der Reihe nach unter folgenden Winkeln entfernen:

$SD'D''$; $SD''D'''$; $SD'''D''''$; $SD''''O$

A ; $A+\varepsilon$; $A+\varepsilon+\alpha$; $A+\varepsilon+\alpha+\varepsilon'$

Die *Ablenkung*, welche der Strahl durch alle Brechungen im Prisma leidet, iſt folglich

$$D''''OF'''' = SD''''O - SF''''O = A+\alpha+\varepsilon+\varepsilon'-A''''.$$

Im Fall das Gas im Prisma die Strahlen ſtärker ablenkt als die äuſsere Luft, iſt dieſe Ablenkung *negativ*, wie in Fig. 4. „Wenn man daher“, bemerkt Herr Biot, „das Zeichen dieſer Gröſse beachtet, ſo kann man entübrigt ſeyn, vorläufig auszumachen, ob ω poſitiv oder negativ ſey; das Umgekehrte gilt für dieſe Gröſse, wenn man weiſs, ob ω poſitiv oder negativ iſt. Beide ſind es immer zugleich.“

Da die eigentlichen Einfalls- und Ausfallswinkel des Strahls, (d. h., die, deren Sinus in einem conſtanten Verhältniſſe ſtehn,) die Winkel ſind, welche die Strahlen mit dem Einfallslothe auf den brechenden Flächen machen, ſo erhält man folgende Gleichungen:

1ſte Brech. aus d. äuſs. Luft in Glas; Einfallswinkel $= 90° - A$.

$$\text{cof. } A : \text{cof. } A' = 1 : m \text{ oder } \text{cof. } A' = m \,.\, \text{cof. } A$$

2te Brech. aus Glas in d. Gas; Einfallswinkel $= 90° - (A'+\varepsilon)$

$$\text{cof. } (A'+\varepsilon) : \text{cof. } A'' = m\,(1-\omega) : 1 \text{ oder}$$

$$\text{cof. } A'' = \frac{1}{m\,(1-\omega)} \text{ cof. } (A'+\varepsilon)$$

3te Brech. aus dem Gas in Glas; Einfallswinkel $90° - (A'' + \varepsilon)$

$$\text{cof.}\,(A'' + \varepsilon) : \text{cof.}\,A''' = 1 : m\,(1 - \omega) \text{ oder}$$
$$\text{cof.}\,A''' = m\,(1 - \omega)\,\text{cof.}\,(A'' + \alpha)$$

4te Brech. a. Glas in äuſs. Luft; Einfallswinkel $90° - (A''' + \varepsilon')$

$$\text{cof.}\,(A''' + \varepsilon') : \text{cof.}\,A'''' = m : 1 \text{ oder}$$
$$\text{cof.}\,A'''' = m\,.\,\text{cof.}\,(A''' + \varepsilon')$$

Es kam nun darauf an, den letzten Brechungswinkel A'''' durch eine Function des erſten Einfallswinkels A zu finden. Die Winkel ε und ε' ſind auſserordentlich klein, und auch die Gröſse ω iſt ſehr unbedeutend, da das Gas im innern Prisma den Strahl nur ſehr wenig ablenkt. Hierauf beruht die Befugniſs, A'''' in Beziehung auf dieſe Gröſsen ε, ε', ω, vermittelſt des erweiterten Taylor'ſchen Lehrſatzes, in eine Reihe von folgender Form zu entwickeln:

$$A'''' = (A'''') + \left[\omega\left(\frac{dA''''}{d\omega}\right) + \varepsilon\left(\frac{dA''''}{d\varepsilon}\right) + \varepsilon'\left(\frac{dA''''}{d\varepsilon'}\right)\right]$$
$$+ \frac{1}{1.2}\left[\omega^2\left(\frac{d^2A''''}{d\omega^2}\right) + \varepsilon^2\left(\frac{d^2A''''}{d\varepsilon^2}\right) + \varepsilon'^2\left(\frac{d^2A''''}{d\varepsilon'^2}\right)\right.$$
$$\left. + 2\omega\varepsilon.\left(\frac{d^2A''''}{d\omega.d\varepsilon}\right) + 2\omega\varepsilon'\left(\frac{d^2A''''}{d\omega.d\varepsilon'}\right) + 2\varepsilon\varepsilon'\left(\frac{d^2A''''}{d\varepsilon.d\varepsilon'}\right)\right]$$
$$+ \text{etc.}$$

wo die in den runden Parentheſen eingeſchloſſenen Zeichen diejenigen Werthe von A'''' und deſſen Differential-Coefficienten bedeuten, welche man erhält, wenn man nach den Differentiationen in ihnen ω, ε und ε' null ſetzt.

Da die Gröſsen ε und ε' ausnehmend klein ſind, und zuſammen genommen nur Ablenkungen von 15 bis 20 Secunden bewirken, ſo bedarf man hier nur der beiden erſten Glieder dieſer Reihe, und

höchſtens noch aus dem dritten Gliede des Theils, worin ω^2 vorkömmt. Dieſer Theil iſt zum mindeſten zwanzig Mahl gröſser, als jeder der andern Theile dieſes Gliedes, und doch ſelbſt ſo klein, daſs man ihn ſehr gut ganz vernachläſſigen könnte. Die Entwickelung giebt:

$$A''' = A + a + \omega\left(\frac{1}{\text{tg.}(A+a)} - \frac{1}{\text{tg.}A}\right) + \varepsilon\frac{\sqrt{(1-m^2.\text{cof.}^2 A)}}{m.\text{ſin.}A}$$

$$+ \varepsilon'\frac{\sqrt{(1-m^2.\text{cof.}^2(A+a))}}{m.\text{ſin.}(A+a)}$$

$$-\frac{\omega^2}{1.2}\left\{\frac{1}{\text{tg.}(A+a)}\cdot\left(\frac{1}{\text{tg.}(A+a)} - \frac{1}{\text{tg.}A}\right)^2\right.$$

$$\left. -\frac{1}{\text{tg.}^2 A}\cdot\left(\frac{1}{\text{tg.}(A+a)} - \frac{1}{\text{tg.}A}\right)\right\}$$

„Wenn der Lichtſtrahl“, bemerkt Herr Biot, „genau durch die Achſe des Prisma geht,*) ſo hat man: $A = 90° - \frac{a}{2}$; alſo $A + a = 90° + \frac{a}{2}$ und folglich ſin. $(A+a) =$ ſin. $A =$ cof. $\frac{a}{2}$; cof. $(A+a) =$ — cof. $A =$ — ſin. $\frac{a}{2}$; und endlich tg. $(A+a) = -\frac{1}{\text{tg.}\frac{a}{2}}$,

*) Unter Achſe des Prisma kann Herr Biot hier nichts anderes verſtehen, als die Achſe der ſehr engen Röhre, aus der ſein Prisma beſtand. Waren die beiden Gläſer an den Enden der Röhre ſo aufgekittet, daſs ihre Durchſchnitte mit derjenigen brechenden Ebene des Prisma, welche durch die Achſe der Röhre geht, gleiche Winkel mit dieſer Achſe machten, ſo muſste ein Strahl, der in der Richtung der Achſe einfiel, mit der vordern Glas-

und der vorige Werth verwandelt ſich in folgenden:

$$A''' = A + a - 2\omega \cdot \text{tg.} \frac{a}{2} + \frac{(\varepsilon + \varepsilon') \cdot \sqrt{\left(1 - m^2 \cdot \text{ſin.}^2 \frac{a}{2}\right)}}{m \cdot \text{cof.} \frac{a}{2}}$$

$$+ \omega^2 \cdot \text{tg.}^2 \frac{a}{2} \qquad \text{(I.)}$$

„Wir haben uns bemüht," fährt Herr Biot fort, „das Prisma und den Vervielfältigungskreis ſo zu ſtellen, daſs dieſe Bedingung jedes Mahl erfüllt wurde: nämlich ſo, daſs 1. die Ebene des Kreiſes mit der Ebene des brechenden Winkels zuſammen fiel, und daſs 2. die Knotenlinie dieſer Ebene auf dem Horizonte, auf dem Geſichtsſtrahl, der nach dem Abzeichen ging, ſenkrecht ſtand. Daſs wir dieſe Lage wirklich erhalten hatten, davon überzeugten wir uns dadurch, daſs der horizontale Faden des auf den Nullpunkt geſtellten Fernrohrs, wenn man durch das luftleere Prisma oder durch das Prisma voll Luft viſirte, nicht nach ſenkrechter Richtung abgelenkt, ſondern gleichmäſsig zu beiden Seiten des Abzeichens verrückt erſchien, wenn man das Prisma ſich um vier rechte Winkel drehen lieſs, (*mais variait également des deux côtés de la mire lorsque l'on faiſoit tourner le*

fläche einen Winkel A machen, der $90° - \frac{a}{2}$ betrug. Nach der Brechung wich dann zwar dieſer Strahl um die halbe beobachtete Ablenkung von der Achſe der Röhre ab; daſs dieſes indeſs für die Reſultate der Rechnung auf daſſelbe hinaus kömmt, als ſey der Strahl durch die Achſe ſelbſt gegangen, zeigt die folgende Anmerkung. *Gilb.*

prisme de quatre angles droits.) Wir haben zugleich das Abzeichen so bestimmt, dafs die gröfstmögliche Helligkeit beim Sehen Statt fand; und da unser Prisma sehr lang und sehr enge ist, so kann kein Zweifel seyn, dafs wir dann sehr nahe die Richtung durch die Achse des Prisma haben mufsten. Doch haben wir ein noch sichereres und mehr directes Mittel gehabt, uns hiervon zu überzeugen. Die Lage, in der der Kreis und das Prisma bei allen unsern Beobachtungen sich unverändert befanden, war von der Art, dafs, wenn man das Prisma höchst wenig drehte, oder nicht völlig bis auf die Verificationspunkte zurück führte, auf welche zwei Bleilothe, die an den Enden des Prisma angebracht sind, einspielten, man keine Veränderung in der Ablenkung des Abzeichens, worauf visirt wird, gewahr wurde, [übrigens mag man das Prisma, so oft man will, herum drehen, führt man es nur wieder bis zum Einspielen der Bleilothe zurück, so findet sich das Abzeichen immer wieder unter dem Faden.] Es ist das Eigenthümliche dieser Lage, dafs ein kleines Drehen des Prisma hier so wenig Einflufs äufsert, und dieses beruht darauf, dafs, wenn man sich denkt, A variire um eine sehr kleine Gröfse, die Glieder von $\delta A''''$, welche mit ω multiplicirt sind, sich aufheben und verschwinden, wie sich das leicht aus dem obigen Ausdruck für A'''' findet. Ihm zu Folge wird $\delta A'''' = \delta A + \omega \delta A \cdot \left[-\frac{1}{\text{sin.}^2(A+a)} + \frac{1}{\text{sin.}^2 A} \right]$ + u. s. w., und der Coef-

dieſes Gliedes wird für $A = 90° - \frac{\alpha}{2}$ gleich null. Nach dieſer angewendeten Vorſicht können wir uns daher der Gleichung (I) zur Berechnung aller unſerer Brechungsverſuche bedienen.“ *)

*) Wenn man aus der obigen Grundformel für A'''', welche für jede Lage des Prisma gilt, durch Differentiation den Werth einer ſehr kleinen Veränderung, $\delta A''''$, ableitet, ſo erhält man zwar allerdings für ω einen Coefficienten, welcher null wird, wenn man in ihm $A = 90° - \frac{\alpha}{2}$ ſetzt; dieſes findet aber weder mit dem Coefficienten von ω^2 Statt, noch mit den Gliedern, welche von ν u. ν' abhängen, wenn man $\varepsilon = \varepsilon'$ ſetzt. Es wird dann alſo $\delta A'''' = \delta A$ nur in ſo fern, als dieſe letztern Gröſsen ſo klein ſind, daſs ſie dann nicht mehr in Betracht kommen, und nur unter dieſer Vorausſetzung iſt die Behauptung des Hrn. Biot zuläſſig. Da nämlich die Winkel A und A'''' zu entgegen geſetzten Seiten des Strahls liegen, jener vom brechenden Winkel abwärts, dieſer nach demſelben hinwärts, ſo bleibt dann bei der angegebenen Lage des Prisma, d. h., wenn der einfallende Strahl mit der vordern Seite einen Winkel $A = 90° - \frac{\alpha}{2}$ macht, der Ort des Punktes bei einem höchſt geringen Drehen des Prisma unverändert. In aller Schärfe genommen, verhält ſich die Sache folgender Maſsen.

Hat ein einfaches Prisma aus Glas, deſſen brechender Winkel B ſey, eine ſolche Lage, daſs der ſcheinbare Ort eines Punktes, den man durch daſſelbe ſieht, ſich nicht verändert, indem man das Prisma in der Ebene des brechenden Winkels ein wenig dreht, ſo finden folgende drei Dinge Statt:

Wenn man in der Gleichung (I) die Theil
worin ω vorkömmt, mit R bezeichnet, alſo

$$R = 2\omega \operatorname{tg}.\frac{a}{2} - \omega^2 . \operatorname{tg}.^3 \frac{a}{2} \qquad \text{(II)}$$

ſetzt, ſo wird ſie zu folgender:

$$A'''' = A + a - R + \frac{(\varepsilon + \varepsilon')\sqrt{(1 - m^2 . \operatorname{ſin}.^2 \frac{a}{2})}}{m . \operatorname{coſ}. \frac{a}{2}}$$

und daraus ergiebt ſich

1. Der einfallende Strahl macht mit der vorder
und der ausgehende Strahl mit der hintern Gla
fläche einerlei Winkel, wenn man nämlich di
Winkel nimmt, welche vom brechenden Wink
des Prisma beide abwärts, oder beide demſelbe
zuwärts liegen. (Man vergl. Prieſtley's G
ſchichte der Optik, überſ. von Klügel, Th.
S. 192.) 2. Es kommt dann, (nicht dieſen beide
Winkeln, ſondern) den Winkeln, welche de
Strahl, nachdem er die erſte Brechung erlitten ha
mit der vordern und mit der hintern Glasfläche in
Innern des Prisma macht, die Gröſse $R + \frac{B}{2}$ zu
ſieht man daher von der ſehr kleinen Ablenkun
wegen des Nicht-Parallelismus der ebenen Oberfl
chen der beiden Gläſer ab, (ſetzt $\varepsilon = \varepsilon' = 6$;) f
iſt in der erwähnten Lage des Prisma $A'' = F''F'''$
$= 90° - \frac{a}{2}$; nicht aber, wie Hr. Biot annimm
$A = 2R - A'''' = 90° - \frac{a}{2}$. Bezeichnet man di
ganze Ablenkung, welche der Strahl in der ange
führten Lage des Prisma leidet, mit α, ſo kömm
davon auf jede der beiden brechenden Flächen di
Hälfte, und es iſt $A = A'' \mp \frac{\alpha}{2} = 90° - \frac{a}{2} \mp \frac{\alpha}{2}$
das untere Zeichen gilt, wenn das Mittel im innern

$$=A+a+(\varepsilon+\varepsilon')-A''''-(\varepsilon+\varepsilon')\left(1-\frac{\sqrt{\left(1-m^2.\sin.^2\frac{a}{2}\right)}}{m.\cos.\frac{a}{2}}\right).$$

(III)

Den letzten Theil dieſer Gröſsen will ich der Kürze halber mit $\mathfrak{N}$ bezeichnen:

$$(\varepsilon+\varepsilon')\left(1-\frac{\sqrt{\left(1-m^2.\sin.^2\frac{a}{2}\right)}}{m.\cos.\frac{a}{2}}\right)=\mathfrak{N}$$

Prisma ſchwächer als die äuſsere Luft das Licht bricht, die Brechung alſo vom Perpendikel abwärts geſchieht; das obere im umgekehrten Falle. Alles dieſes findet Statt, wenn das Prisma eine ſolche Lage hat, daſs es ſich etwas drehen läſst, ohne daſs der ſcheinbare Ort des Gegenſtandes verrückt wird. Man überſieht daher leicht, daſs der Werth von A'''', der für dieſen Fall gilt, etwas davon verſchieden ſeyn muſs, wie ihn Formel I giebt. Da uns hier zunächſt nur der Rechnungswerth der Glieder intereſſirt, welche von a abhängen, und die Herr Biot mit R bezeichnet, indem die übrigen Glieder durch die Beobachtungen gegeben werden; ſo kömmt es uns hier nur auf die Cotangenten an. Es iſt dann aber $A=90°-\frac{a}{2}\pm\frac{\alpha}{2}$; folglich $A+a=90°+\frac{a}{2}\pm\frac{\alpha}{2}$; und alſo: $\frac{1}{\text{tg.}A}=\text{tg.}\left(\frac{a}{2}\mp\frac{\alpha}{2}\right)$ und $\text{tg.}\frac{1}{A+a}=-\text{tg.}\left(\frac{a}{2}\pm\frac{\alpha}{2}\right)$. Man ſetze: $\text{tg.}\left(\frac{a}{2}-\frac{\alpha}{2}\right)=\text{tg.}\frac{a}{2}-f$ und $\text{tg.}\left(\frac{a}{2}+\frac{\alpha}{2}\right)=\text{tg.}\frac{a}{2}+f+g$. Da der gröſste Werth von $\frac{\alpha}{2}$, der in dieſen Beobachtungen vorkömmt, nicht über 3′ſteigt, und $\frac{a}{2}=71°\,33'\,44''$ iſt; ſo fängt der gröſste Werth von f erſt in der dritten, der gröſste von

Wie wir oben, (S. 56,) gesehen haben, ist $A + a + \varepsilon + \varepsilon' - A''''$ die Ablenkung, welche ein Lichtstrahl durch alle Brechungen, (im Gas und in den beiden Gläsern,) von seinem geradlinigen Wege erleidet. Diese Ablenkung ist also gleich $R + \mathfrak{R}$. Nun aber hängt R lediglich von ω, nicht von ε und ε' ab, und umgekehrt $\mathfrak{R}$ blos von diesen letztern Grösen, nicht von ω; und wenn man $\omega = o$ setzt, (welches der Fall ist, wenn gemeine atmosph. Luft das innere Prisma füllt, und die ganze Brechung blos auf die beiden kleinen Glasprismen kömmt,) so wird $R = o$ und die ganze Ablenkung $= \mathfrak{R}$. Offen-

g in der fünften und der gröste Werth von ω in der vierten, von ω^2 in der achten Decimalstelle an. Wenn wir daher auch bis zur zehnten Decimalstelle herab gehn, so bleiben doch aus dem Factor von ω^2 alle Theile weg, worin f oder g enthalten sind. Die Theile, worin ω vorkömmt, werden zu folgenden $-\omega\,(2\,\text{tang.}\frac{a}{2} + g)$, und die, worin ω^2 vorkommen, zu diesen $+\omega^2\,(\text{tg.}^3\frac{a}{2} + g\,\text{tg.}^2\frac{a}{2} + 2f^2\,\text{tg.}\frac{a}{2} + \ldots)$, wofür wir also ohne wahrzunehmenden Fehler setzen können $\omega^2 . \text{tg.}^3\frac{a}{2}$. Dieses giebt folgenden Werth von $R = \omega(2\,\text{tg.}\frac{a}{2} + g) - \omega^2\,\text{tg.}^3\frac{a}{2}$; und wenn wir diese Formel umkehren, $\omega = \frac{R}{2\,\text{tg.}\frac{a}{2} + g} - \frac{R^2}{8}$. Der wahre Werth

von

Offenbar drückt alſo die Gröſse $\mathfrak{R}$ den Theil der Ablenkung aus, welche ein Lichtſtrahl wegen des Nicht-Parallelismus der beiden Oberflächen der Glasplatten im Prisma leidet; oder $\mathfrak{R}$ iſt, mit andern Worten, die *Correction wegen des Nicht-Parallelismus der Glasebenen.* Und alſo iſt *R die Ablenkung, corrigirt wegen des Mangels an Parallelismus* in den Glasflächen.

Die unmittelbare Beobachtung mit dem Vervielfältigungskreiſe giebt die ganze, nicht-corrigirte Ablenkung; nämlich den Winkel, welchen der nicht gebrochene Strahl, der direct in das untere Fernrohr kömmt, mit dem Strahle macht, der in das obere Fernrohr geht, nachdem er alle Bre-

von ω iſt folglich etwas ($\Delta\omega$) kleiner, als Herr Biot ihn annimmt, (vergl. Formel IV) und zwar iſt $\Delta\omega = \frac{\omega}{2 \text{ tg. } \frac{a}{2}} \cdot g$. Nun aber beträgt ſelbſt im Fall des luftleeren Prisma die ganze corrigirte Ablenkung, oder R, nur $6' = 0{,}001745$ in Theilen des Halbmeſſers. Ferner iſt $\text{tg. } \frac{a}{2} = 2{,}999506332$, und $g = 0{,}000046370$; alſo, in dieſem Falle $\omega = 0{,}000029^{9}1233$, und daher der gröſste Werth von $\Delta\omega = 0{,}000000000022$. Man ſieht hieraus, daſs dieſer Werth ſelbſt da nicht mehr in Betrachtung kömmt, wo man bis auf das allerfeinſte geht, und daſs daher Herr Biot zu ſeiner Behauptung allerdings in ſo weit berechtigt war, als ſie auf keinen noch wahrzunehmenden Fehler führt, wenn ſie gleich nicht in aller Strenge wahr iſt. *Gilb.*

Annal. d. Phyſik, B. 26, St. 1, J. 1807, St. 5. E

Ein Strahl, wie $MD'D''D'''D''''O$, der in ſeiner anfänglichen Richtung, (MD' parallel MF',) ganz ungebrochen durch das Prisma hindurch ginge, würde ſich von den vier Glasflächen der Reihe nach unter folgenden Winkeln entfernen:

$SD'D''$; $SD''D'''$; $SD'''D''''$; $SD''''O$

A ; $A+\varepsilon$; $A+\varepsilon+\alpha$; $A+\varepsilon+\alpha+\varepsilon'$

Die *Ablenkung*, welche der Strahl durch alle Brechungen im Prisma leidet, iſt folglich

$$D''''OF'''' = SD''''O - SF''''O = A+\alpha+\varepsilon+\varepsilon'-A''''.$$

Im Fall das Gas im Prisma die Strahlen ſtärker ablenkt als die äuſsere Luft, iſt dieſe Ablenkung *negativ*, wie in Fig. 4. „Wenn man daher", bemerkt Herr Biot, „das Zeichen dieſer Gröſse beachtet, ſo kann man entübrigt ſeyn, vorläufig auszumachen, ob ω poſitiv oder negativ ſey; das Umgekehrte gilt für dieſe Gröſse, wenn man weiſs, ob ω poſitiv oder negativ iſt. Beide ſind es immer zugleich."

Da die eigentlichen Einfalls- und Ausfallswinkel des Strahls, (d. h., die, deren Sinus in einem conſtanten Verhältniſſe ſtehn,) die Winkel ſind, welche die Strahlen mit dem Einfallslothe auf den brechenden Flächen machen, ſo erhält man folgende Gleichungen:

1ſte Brech. aus d. äuſs. Luft in Glas; Einfallswinkel $= 90° - A$.

$$\text{cof. } A : \text{cof. } A' = 1 : m \text{ oder } \text{cof. } A' = m \,.\, \text{cof. } A$$

2te Brech. aus Glas in d. Gas; Einfallswinkel $= 90° - (A'+\varepsilon)$

$$\text{cof. } (A'+\varepsilon) : \text{cof. } A'' = m\,(1-\omega) : 1 \text{ oder}$$

$$\text{cof. } A'' = \frac{1}{m\,(1-\omega)} \text{ cof. } (A'+\varepsilon)$$

3te Brech. aus dem Gas in Glas; Einfallswinkel $90° - (A'' + a)$

$$\text{cof.}\,(A'' + a) : \text{cof.}\,A''' = 1 : m\,(1 - \omega) \text{ oder}$$
$$\text{cof.}\,A''' = m\,(1 - \omega)\,\text{cof.}\,(A'' + a)$$

4te Brech. a. Glas in äuſs. Luft; Einfallswinkel $90° - (A''' + \varepsilon')$

$$\text{cof.}\,(A''' + \varepsilon') : \text{cof.}\,A'''' = m : 1 \text{ oder}$$
$$\text{cof.}\,A'''' = m\,.\,\text{cof.}\,(A''' + \varepsilon')$$

Es kam nun darauf an, den letzten Brechungswinkel A'''' durch eine Function des erſten Einfallswinkels A zu finden. Die Winkel ε und ε' ſind auſserordentlich klein, und auch die Gröſse ω iſt ſehr unbedeutend, da das Gas im innern Prisma den Strahl nur ſehr wenig ablenkt. Hierauf beruht die Befugniſs, A'''' in Beziehung auf dieſe Gröſsen ε, ε', ω, vermittelſt des erweiterten Taylor'ſchen Lehrſatzes, in eine Reihe von folgender Form zu entwickeln:

$$A'''' = (A'''') + \left[\omega\left(\frac{dA''''}{d\omega}\right) + \varepsilon\left(\frac{dA''''}{d\varepsilon}\right) + \varepsilon'\left(\frac{dA''''}{d\varepsilon'}\right)\right]$$
$$+ \frac{1}{1.2}\left[\omega^2\left(\frac{d^2A''''}{d\omega^2}\right) + \varepsilon^2\left(\frac{d^2A''''}{d\varepsilon^2}\right) + \varepsilon'^2\left(\frac{d^2A''''}{d\varepsilon'^2}\right)\right.$$
$$\left. + 2\omega\varepsilon.\left(\frac{d^2A''''}{d\omega.d\varepsilon}\right) + 2\omega\varepsilon'\left(\frac{d^2A''''}{d\omega.d\varepsilon'}\right) + 2\varepsilon\varepsilon'\left(\frac{d^2A''''}{d\varepsilon.d\varepsilon'}\right)\right]$$
$$+ \text{etc.}$$

wo die in den runden Parentheſen eingeſchloſſenen Zeichen diejenigen Werthe von A'''' und deſſen Differential-Coefficienten bedeuten, welche man erhält, wenn man nach den Differentiationen in ihnen ω, ε und ε' null ſetzt.

Da die Gröſsen ε und ε' ausnehmend klein ſind, und zuſammen genommen nur Ablenkungen von 15 bis 20 Secunden bewirken, ſo bedarf man hier nur der beiden erſten Glieder dieſer Reihe, und

der Brechung mit dem Einfallslothe macht, und bezeichnet dieſe mit ϑ und ϑ''; ſo iſt $A = 90° - \vartheta$ und $A'' = 90° - \vartheta''$, und wir haben

$$\text{ſin. } \vartheta'' = \frac{1}{1-\omega} \text{ſin. } \vartheta, \text{ oder } \frac{\text{ſin. } \vartheta''}{\text{ſin. } \vartheta} = \frac{1}{1-\omega}.$$

Es iſt alſo $1 - \omega : 1$ das *Brechungsverhältniſs* aus Luft in Gas. Für je zwei brechende Mittel iſt dieſes Verhältniſs der Sinus der Einfalls- und Brechungswinkel conſtant, und zwar wird es durch das eigenthümliche Brechungsvermögen der beiden Mittel beſtimmt.

Es mögen B, B', (oder nach den Formeln des Herrn Laplace, in der *Mécanique céleſte*, t. 4, p. 236, $\frac{4K}{n^2}$, $\frac{4K'}{n'^2}$,) das *eigenthümliche Brechungsvermögen*, und ϱ, ϱ' die *Dichtigkeiten* des äuſsern und des innern brechenden Mittels, und P, P' die *Pouvoirs réfringens*, *) oder $B\varrho$, $B'\varrho'$ bedeuten; ſo iſt nach der *Mécanique céleſte*, t. 4, p. 240,

*) Hr. Biot braucht in dieſer Abhandlung den Ausdruck: *Pouvoir réfringent*, in zweierlei Sinn, wodurch die Klarheit der Einſicht häufig geſtört wird. Um dieſem auszuweichen, halte ich es für ſchicklich, *abſolutes* und *ſpecifiſches Brechungsvermögen* von einander zu unterſcheiden. Bei dem, was ich *ſpecifiſches Brechungsvermögen* der Körper nennen will, ſieht man allein auf die Intenſität, womit jedes Körpertheilchen auf das Licht wirkt; bei dem *abſoluten Brechungsvermögen* wird dagegen zugleich auf die Menge der Körpertheilchen in einem gegebenen Raume, das iſt, auf die Dich-

und der vorige Werth verwandelt sich in folgenden:

$$a''' = A + a - 2\omega \cdot \text{tg.} \frac{a}{2} + \frac{(\varepsilon + \varepsilon') \cdot \sqrt{\left(1 - m^2 \cdot \text{sin.}^2 \frac{a}{2}\right)}}{m \cdot \text{cos.} \frac{a}{2}}$$

$$+ \omega^2 \cdot \text{tg.}^2 \frac{a}{2} \qquad \text{(I.)}$$

„Wir haben uns bemüht," fährt Herr Biot fort, „das Prisma und den Vervielfältigungskreis so zu stellen, dafs diese Bedingung jedes Mahl erfüllt wurde: nämlich so, dafs 1. die Ebene des Kreises mit der Ebene des brechenden Winkels zusammen fiel, und dafs 2. die Knotenlinie dieser Ebene auf dem Horizonte, auf dem Gesichtsstrahl, der nach dem Abzeichen ging, senkrecht stand. Dafs wir diese Lage wirklich erhalten hatten, davon überzeugten wir uns dadurch, dafs der horizontale Faden des auf den Nullpunkt gestellten Fernrohrs, wenn man durch das luftleere Prisma oder durch das Prisma voll Luft visirte, nicht nach senkrechter Richtung abgelenkt, sondern gleichmäfsig zu beiden Seiten des Abzeichens verrückt erschien, wenn man das Prisma sich um vier rechte Winkel drehen liefs, (*mais variait également des deux côtés de la mire lorsque l'on faisoit tourner le*

fläche einen Winkel A machen, der $90° - \frac{a}{2}$ betrug. Nach der Brechung wich dann zwar dieser Strahl um die halbe beobachtete Ablenkung von der Achse der Röhre ab; dafs dieses indefs für die Resultate der Rechnung auf dasselbe hinaus kömmt, als sey der Strahl durch die Achse selbst gegangen, zeigt die folgende Anmerkung. *Gilb.*

Dieſe Formel lehrt uns die *brechende Kraft* oder das *abſolute Brechungsvermögen des Gas* im innern Prisma kennen, wenn die brechende Kraft der äuſsern Luft bekannt iſt. Es kömmt uns hier indeſs darauf an, das abſolute Brechungsvermögen des Gas für den Normalzuſtand, das iſt, für 0° Wärme und $0^m,76$ Druck, aus dem abſoluten Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft im Normalzuſtande kennen zu lernen; und dieſes führt noch zu folgenden Ueberlegungen.

Daſs in jedem Gas die brechende Kraft ſich genau im Verhältniſs der Dichtigkeit des Gas verän-

deutet α den Einfallswinkel, β den Brechungswinkel, ſo iſt ſin. β : ſin. $\alpha = 1 : c$; und folglich *die Zunahme des Quadrats der Geſchwindigkeit* oder der *lebenden Kraft des Lichtes*, $c^2 - 1 = \left(\frac{\text{ſin. } \alpha}{\text{ſin. } \beta}\right)^2 - 1$.

Dieſe Zunahme iſt das, was nach Newton die *brechende Kraft* des Körpers charakteriſirt. Sie verändert ſich, wie die folgenden Verſuche lehren, bei jedem elaſtiſch-flüſſigen Körper genau im Verhältniſſe der Dichtigkeit; und Herr Laplace denkt ſie ſich in jedem durchſichtigen Körper als ein Produkt aus der Dichtigkeit deſſelben in einen conſtanten Coefficienten, der für die verſchiedenen brechenden Mittel verſchieden iſt. Setzt man daher $\frac{\text{ſin. } \alpha}{\text{ſin. } \beta} = i$, ſo iſt $i^2 - 1$ die *brechende Kraft* oder das *abſolute Brechungsvermögen* des brechenden Mittels, P bei Herrn Biot, und $\frac{4\pi}{n^2}$. ϱ bei Herrn Laplace; — und jener *conſtante Coefficient* iſt pro

dient dieſes Gliedes wird für $A = 90° - \frac{\alpha}{2}$ gleich null. Nach dieſer angewendeten Vorſicht können wir uns daher der Gleichung (I) zur Berechnung aller unſerer Brechungsverſuche bedienen." *)

*) Wenn man aus der obigen Grundformel für A'''', welche für jede Lage des Prisma gilt, durch Differentiation den Werth einer ſehr kleinen Veränderung, $\delta A''''$, ableitet, ſo erhält man zwar allerdings für α einen Coefficienten, welcher null wird, wenn man in ihm $A = 90° - \frac{\alpha}{2}$ ſetzt; dieſes findet aber weder mit dem Coefficienten von α^2 Statt, noch mit den Gliedern, welche von $\varepsilon u. \varepsilon'$ abhängen, wenn man $\varepsilon = \varepsilon'$ ſetzt. Es wird dann alſo $\delta A'''' = \delta A$ nur in ſo fern, als dieſe letztern Gröſsen ſo klein ſind, daſs ſie dann nicht mehr in Betracht kommen, und nur unter dieſer Vorausſetzung iſt die Behauptung des Hrn. Biot zuläſſig. Da nämlich die Winkel A und A'''' zu entgegen geſetzten Seiten des Strahls liegen, jener vom brechenden Winkel abwärts, dieſer nach demſelben hinwärts, ſo bleibt dann bei der angegebenen Lage des Prisma, d. h., wenn der einfallende Strahl mit der vordern Seite einen Winkel $A = 90° - \frac{\alpha}{2}$ macht, der Ort des Punktes bei einem höchſt geringen Drehen des Prisma unverändert. In aller Schärfe genommen, verhält ſich die Sache folgender Maſsen.

Hat ein einfaches Prisma aus Glas, deſſen brechender Winkel B ſey, eine ſolche Lage, daſs der ſcheinbare Ort eines Punktes, den man durch daſſelbe ſieht, ſich nicht verändert, indem man das Prisma in der Ebene des brechenden Winkels ein wenig dreht, ſo finden folgende drei Dinge Statt:

$$\frac{(P')\varrho'}{(\varrho')} = (1-\omega)^2\left[1+\frac{(P)\varrho}{(\varrho)}\right]-1 \qquad \text{(VI)}$$

oder

$$P' = \frac{(\varrho')}{\varrho'}\left\{(1-\omega)^2\left[1+\frac{(P)\varrho}{(\varrho)}\right]-1\right\}$$

Nun möge (ϱ) die Dichtigkeit der äufsern Luft, und (ϱ') die Dichtigkeit des Gas im Prisma, für den Normalzuftand, (alfo auch (P), (P') das abfolute Brechungsvermögen diefer Mittel für den Normalzuftand,) bedeuten, das heifst, bei einer Barometerhöhe von $0^m,76$ und einer Wärme von $0°$.*) Ferner bedeute p die corrigirte Barometerhöhe in der äufsern Luft, p' die im Gas des Prisma, und t die Temperatur der äufsern Luft, t' die des Gas im Prisma zur Zeit der Beobachtung. Da die Dichtigkeit der Luft und aller Gasarten dem Drucke direct, und der Wärme, (oder dem durch die Wärme beftimmten Volumen einer Gasmaffe,) verkehrt proportional ift, fo haben wir alsdann

$$\frac{(\varrho')}{\varrho'} = \frac{0,76\cdot(1+t'\cdot 0,00375)}{p'} \text{ und } \frac{\varrho}{(\varrho)} = \frac{p}{0,76\cdot(1+t\cdot 0,00375)}$$

Setzt man diefe Werthe in die vorige Formel, fo erhält man fie in einer Geftalt, wie fie unmittelbar zur Rechnung gefchickt ift:

$$(P') = \frac{0,76\cdot(1+t'\cdot 0,00375)}{p'}\cdot \qquad \text{(VII)}$$

$$\left\{(1-\omega)^2\cdot\left[1+\frac{(P)\cdot p}{0,76\cdot(1+t\cdot 0,00375)}\right]-1\right\}$$

*) Von der Feuchtigkeit wird hierbei fürs erfte abgefehn; weiterhin wird auch von ihr die Rede feyn.

Gilb.

$$= A + a + (\varepsilon + \varepsilon') - A'''' - (\varepsilon + \varepsilon')\left(1 - \frac{\sqrt{\left(1 - m^2 . \text{sin.}^2 \frac{a}{2}\right)}}{m . \text{cos.} \frac{a}{2}}\right)$$

(III)

Den letzten Theil dieſer Gröſsen will ich der Kürze halber mit $\mathfrak{N}$ bezeichnen:

$$(\varepsilon + \varepsilon')\left(1 - \frac{\sqrt{\left(1 - m^2 . \text{sin.}^2 \frac{a}{2}\right)}}{m . \text{cos.} \frac{a}{2}}\right) = \mathfrak{N}$$

Prisma ſchwächer als die äuſsere Luft das Licht bricht, die Brechung alſo vom Perpendikel abwärts geſchieht; das obere im umgekehrten Falle. Alles dieſes findet Statt, wenn das Prisma eine ſolche Lage hat, daſs es ſich etwas drehen läſst, ohne daſs der ſcheinbare Ort des Gegenſtandes verrückt wird. Man überſieht daher leicht, daſs der Werth von A'''', der für dieſen Fall gilt, etwas davon verſchieden ſeyn muſs, wie ihn Formel I giebt. Da uns hier zunächſt nur der Rechnungswerth der Glieder intereſſirt, welche von a abhängen, und die Herr Biot mit R bezeichnet, indem die übrigen Glieder durch die Beobachtungen gegeben werden; ſo kömmt es uns hier nur auf die Cotangenten an. Es iſt dann aber $A = 90° - \frac{a}{2} \pm \frac{\alpha}{2}$; folglich $A + a = 90° + \frac{a}{2} \pm \frac{\alpha}{2}$; und alſo: $\frac{1}{\text{tg.}\, A} = \text{tg.}\left(\frac{a}{2} \mp \frac{\alpha}{2}\right)$ und $\text{tg.} \frac{1}{A + a} = -\text{tg.}\left(\frac{a}{2} \pm \frac{\alpha}{2}\right)$. Man ſetze: $\text{tg.}\left(\frac{a}{2} - \frac{\alpha}{2}\right) = \text{tg.} \frac{a}{2} - f$ und $\text{tg.}\left(\frac{a}{2} + \frac{\alpha}{2}\right) = \text{tg.} \frac{a}{2} + f + g$. Da der gröſste Werth von $\frac{\alpha}{2}$, der in dieſen Beobachtungen vorkömmt, nicht über 3′ ſteigt, und $\frac{a}{2} = 71° 33′ 44″$ iſt; ſo fängt der gröſste Werth von f erſt in der dritten, der gröſste von

$$(P') \cdot \left[\frac{\varrho'}{(\varrho')} - \frac{\overline{\varrho'}}{(\overline{\varrho'})}\right] = \left[1 + \frac{(P)\,\varrho}{(\varrho)}\right] \cdot (1-\omega)^n - \left[1 + \frac{\overline{(P)}\,\overline{\varrho}}{(\overline{\varrho})}\right] \cdot (1-\overline{\omega})^n$$

wobei die Gröſsen aus der zweiten Beobachtung, (welche bei einer andern Dichtigkeit des Gas angeſtellt iſt,) mit horizontalen Strichen bezeichnet ſind. Werden die Beobachtungen in kurzer Zeit hinter einander gemacht, ſo daſs der Zuſtand der äuſsern Luft bei ihnen ſehr wenig oder gar nicht verſchieden iſt, ſo wird ϱ gleich $\overline{\varrho}$, und das, was rechts vom Gleichheitszeichen ſteht, hat folgenden Werth: $\left[1 + \frac{(P)\,\varrho}{(\varrho)}\right] \cdot (\omega - \overline{\omega})\,(2 - \omega + \overline{\omega})$. Nun aber iſt der Werth $\omega - \overline{\omega}$ unabhängig von dem Fehler des Nicht-Parallelismus der ebenen Oberflächen der Gläſer; denn wenn man auf die höhern Potenzen von R nicht ſieht, welche nicht mehr merklich ſind, iſt $\omega - \overline{\omega} = \frac{R - \overline{R}}{2 \operatorname{tg} \frac{a}{2}}$. Ferner kann man in den Gliedern zweiter Ordnung, [welche Potenzen oder Produkte von ε, ε', ω enthalten,] die Abweichung wegen des Nicht-Parallelismus ohne merkbaren Fehler vernachläſſigen, (S. 57;) wenigſtens iſt es vollkommen hinreichend, dafür den Werth zu nehmen, welchen die Beobachtungen gewöhnlich zu geben pflegen. Berechnet man daher [aus VI] die beiden Ausdrücke $\frac{(\cdot)\,\varrho'}{(\varrho')}$ und $\frac{\overline{(P')}\,\overline{\varrho'}}{(\overline{\varrho'})}$ mit einer ſolchen Ablenkung wegen des Nicht-Parallelismus, oder

auch ganz ohne auf dieſelbe, [in der Beſtimmung von R,] zu ſehen, und ſetzt dieſe Gröſsen A und $\overline{A}$ ſo wird der Werth

$$(P') = \frac{A - \overline{A}}{\frac{\varrho'}{(\varrho')} - \frac{\overline{\varrho'}}{(\overline{\varrho'})}} \qquad \text{(VIII)}$$

ganz, unabhängig ſeyn vom Fehler des Nicht-Parallelismus der ebenen Oberflächen der Gläſer. Dieſer ſetzt indeſs voraus, daſs die Ablenkung, welche die Gläſer bewirken, ſich in der Zeit zwiſchen den beiden Beobachtungen nicht verändere; und dies gilt für Beobachtungen deſſelben Gas, in Zeitpunkten und bei Zuſtänden der äuſsern Luft, die nur wenig verſchieden ſind. Man muſs darauf ſehen, daſs bei beiden Beobachtungen die Dichtigkeiten des Gas im Prisma ϱ' und $\overline{\varrho'}$, oder der Druck, der denſelben entſpricht, nicht allzu wenig von einander verſchieden ſind. Denn es würden alsdann die Fehler der Beobachtung allzu ſehr vergröſsert werden, da der Werth von (P') unendlich wird, wenn beide gleich werden. Aus einem ähnlichen Grunde muſs man auch keine der beiden Dichtigkeiten allzu klein nehmen, man könnte ſonſt bei der Beſtimmung des abſoluten Brechungsvermögens in einen bedeutenden Irrthum fallen.

Das *Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft* wird bei allen dieſen Rechnungen als bekannt voraus geſetzt. Zur Beſtimmung deſſelben dienen die Verſuche mit dem Prisma, wenn man es möglichſt luftleer gepumpt hat. Die übrig bleibende

Luft im Prisma hat nur noch eine sehr geringe Spannung, so dafs für sie die Gröfsen ϱ' und p' ausnehmend klein sind. Ferner läfst sich ohne Fehler annehmen, dafs die Temperatur der höchst verdünnten Luft, die noch im Prisma bleibt, dieselbe sey, als die Temperatur der äufsern Luft, oder dafs für diese Versuche $t = t'$ ist. Endlich ist in diesem Falle $(P') = (P)$ und $(\varrho') = (\varrho)$; das heifst, das brechende Mittel im Prisma, (die sehr verdünnte Luft,) und die äufsere Luft, haben für den Normalzustand, (bei 0° Wärme und $0^m,76$ Druck,) beide einerlei Brechungsvermögen und einerlei Dichtigkeit. Dieses voraus gesetzt, verwandelt sich in diesem Falle die Formel VI in folgende:

$$\frac{(P)\,\varrho'}{(\varrho')} = (1-\omega)^2 \cdot \left[1 + \frac{(P)\,\varrho}{(\varrho)}\right] - 1$$

woraus folgt,

$$(P) = \frac{2\omega - \omega^2}{\frac{\varrho - \varrho'}{(\varrho)} - \frac{\varrho}{(\varrho)} \cdot (2\omega - \omega^2)}$$

Das Quadrat von ω im Nenner hat erst auf den Theil des Quotienten, wenn man ihn entwickelt, Einfluss, worin ω^3 vorkömmt, kann also hier fortgelassen werden. Auch ist das Produkt von ω in ϱ' von keinem merklichen Einflufs, da ϱ' ausnehmend klein ist. Daher läfst sich statt dieser Formel folgende nehmen;

$$(P) = \frac{2\omega - \omega^2}{\frac{\varrho - \varrho'}{(\varrho)} \cdot (1 - 2\omega)}$$

und wenn man nun dividirt, und die Theile des

otienten, in denen ω über die zweite Potenz hin-
geht, wegläfst, erhält man

$$(P) = \frac{2\omega + 3\omega^2}{\frac{\varrho - \varrho'}{(\varrho)}}$$

haben, wir alfo, zur Beftimmung des Brechungs-
mögens der atmofphärifchen Luft aus den Ver-
chen mit dem luftleer gepumpten Prisma, fol-
nde Formeln:

$$) = \frac{(2\omega + 3\omega^2) \cdot 0^m,76 \cdot (1 + t \cdot 0{,}00375)}{p - p'} \quad \text{(IX) *)}$$

$$= \frac{R}{2 \operatorname{tg}. \frac{\alpha}{2}} + \frac{R^2}{8}$$

Ift das Brechungsvermögen der atmofphärifchen
uft bekannt, und will man *die wahre Ablenkung*
nden, welche zu einer Beobachtung mit dem luft-
eren Prisma gehört, fo mufs man die Formel auf
e bekannte Art umkehren. Man erhält dann

$$= \tfrac{1}{2} \cdot \frac{(P) \cdot (p - p')}{0{,}76 \cdot (1 + t \cdot 0{,}00375)} - \tfrac{1}{8} \cdot \frac{(P)^2 \cdot (p - p')^2}{[0{,}76 \cdot (1 + t \cdot 0{,}00375)]^2} \quad \text{(X)}$$

*) Setzt man hier $(P) = (2\omega + 3\omega^2) \cdot F$ und denkt
fich, ω und (P) veränderten fich höchft wenig, fo
wird $\partial (P) = (2 + 6\omega)\, \partial\omega \cdot F = \frac{2 + 6\omega}{(2 + 3\omega)\omega} \cdot (P) \cdot \partial\omega$;
oder $\partial (P) = (1 + \frac{3}{2}\omega) \frac{(P)}{\omega} \cdot \partial\omega$. Ift folglich für
das luftleere Prisma der Werth von ω um den S. 65,
Anm., berechneten Werth von $\Delta\omega$ 0,000000000022
kleiner, fo beträgt die brechende Kraft der atmo-
fphärifchen Luft (P) um 0,000000045 weniger,
welche Gröfse nicht mehr in Betracht kömmt.

Gilbert.

$$R = 2\omega \cdot \text{tg.}\frac{\alpha}{2} - \omega^2 \text{tg.}^3\frac{\alpha}{2}$$

Im Fall die Dichtigkeit ϱ' und der ihr entſprechende Druck p' nicht ausnehmend klein ſind, hören die Annahmen, auf welchen dieſes beruht, auf, zuläſſig zu ſeyn. Dann laſſen ſich aber in jedem Falle aus der Fundamentalformel

$$\omega = 1 - \frac{\sqrt{1 + \frac{(P')\varrho'}{(\varrho')}}}{\sqrt{1 + \frac{(P)\varrho}{(\varrho)}}} \qquad \text{(XI)}$$

die Werthe von ω herleiten, welche den Umſtänden entſprechen. Auch hier ſieht man, daſs ω und R *poſitiv* ſind, ſo lange $\frac{(P')\varrho'}{(\varrho')} < \frac{(P)\varrho}{(\varrho)}$ iſt, d. h., ſo lange das Gas im Prisma ſchwächer als die atmoſphäriſche Luft das Licht bricht; und daſs beide im umgekehrten Falle *negativ* ſeyn müſſen.

Dieſer letztern Formeln haben wir uns bedient, um die Ablenkung zu berechnen, welche die Luft und die Gasarten bei verſchiedenen Dichtigkeiten bewirken müſſen. Denn es fällt in die Augen, daſs R die wahre Ablenkung iſt; das heiſst, die wegen des Fehlers des Nicht-Parallelismus der ebenen Oberflächen der Gläſer corrigirte Ablenkung. Vergleicht man ſie mit der beobachteten Ablenkung, ſo muſs der Unterſchied zwiſchen beiden dem Fehler gleich ſeyn, der von dem Nicht-Parallelismus der Glasebenen herrührt, im Fall das Brechungsvermögen der luftförmigen Körper ihrer Dichtigkeit pro-

portional ſich ändert. Und jenes fand ſehr genau Statt, wie die dritte der folgenden Tabellen zeigt. Dieſe wichtige Eigenſchaft der luftförmigen Flüſſigkeiten iſt hierdurch auſser allem Zweifel geſetzt.

III. *Beobachtungen der Ablenkung des Lichts durch das Prisma, und Berechnungen derſelben.*

Herr Biot ſtellt die Beobachtungen und die Reſultate, welche ihm die Berechnung derſelben gegeben hat, in vier Tafeln zuſammen, und begleitet jede derſelben mit einigen Bemerkungen. Sie ſind es, welche ich aus der Abhandlung ſelbſt in allem Detail hierher ſetze, da ſie den belehrendſten Theil dieſer Arbeit ausmachen. Die *erſte* bezieht ſich auf das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft in ihrem Normalzuſtande; die *zweite* auf das Brechungsvermögen der Luft von verſchiedener Dichtigkeit; die *dritte* auf das Brechungsvermögen der Gasarten im Normalzuſtande und in verſchiedenen Dichtigkeiten; und die *vierte* giebt die mittlern Reſultate aus allen Beobachtungen und Berechnungen der Verfaſſer, ſo wohl über das Brechungsvermögen, als auch über die ſpecifiſchen Gewichte der luftförmigen Flüſſigkeiten.

ERST

Verſuche mit dem luftleeren Prism
des Brechungsvermöge

Tag der Beobachtung. 1805.	Aeuſseres Barometer. Stand.	Temperat.	Temperatur der Luft.	Hygrome ter.
Decemb. 4	0m,7625	+ 10°,5	+ 10°,5	
5	0,7676	+ 11,5	+ 12 0	
17	0,7664	— 1,2	0,0	81°
20	0,7563	— 2,75	— 1,5	91
1806.				
Februar 19	0,76095	+ 5	+ 6,3	83
20	0,7600	+ 4,9	+ 6,0	82
März 4	0,7658	+ 4,4	+ 4,0	
6	0,7675	+ 3,0	+ 3,5	78
7	0,7660	+ 5,0	+ 5,5	78

Mittel aus allen dieſen Beobachtungen . .
Mittel mit Ausſchluſs der Beobachtungen vom 19te
weit abweichen, und über die man auſserden
Herr Delambre hatte aus fünf bis ſechs hunder
ne dieſen Coefficienten beſtimmt zu . .
Unterſchied dieſer und der zweiten Beſtimmung

„Wenn man“, ſagt Herr Biot, „die Strah
lenbrechung in der Höhe, welche in Paris der Po
hat, aus beiden Coefficienten berechnet, ſo ergieb
ſich höchſtens eine Verſchiedenheit von o″,1 Secun
de; und ſelbſt nur von o″,6, wenn man gleich di
beiden am weiteſten von einander abſtehenden de

*) Die Luft war ſehr dunſtig, und man konnte der
Winkel nur 4 Mahl nehmen. B.

**) Dieſe Beobachtung iſt, wie alle übrige, mit ei
ner Ablenkung, wegen des Nicht-Parallelismus

ABELLE.

nd Berechnung des Coefficienten ler atmoſphäriſchen Luft.

Inneres Barometer communic. mit d. Prisma.	Beobachtungen. Zahl der Vervielfältigung.	Ablenkung corrig. wegen des Nicht-Parallelismus.	Berechneter Coefficient des Brechungsvermögens der atmoſphär. Luft.
0m,0055	20	5′ 48″,4	0,000295499
0,0076	20	5 46,9	0,000294040
0,0030	20	6 4,7	0,000293984
0,0020	30	6 2,4	0,000295285
0,0115	14	5 53	0,000296777 *)
0,0110	10	5 49,6	0,000293904
0,0030	22	6 0,6	0,000295454
0,0025	20	6 3,6	0,000296433 **)
0,0210	10	5 48,4	0,000293933
. . . . .			0,0002950343
Februar und 6ten März, die zu einige gegründete Zweifel hat Beobachtung. circumpolarer Ster-			0 0002945856
. . . . .			0,0002940470
. . . . .			0,0000005386

obigen neun einzelnen Beſtimmungen des Coefficienten nimmt. Unſre Beſtimmung des Coefficienten findet ſich übrigens aus den Beobachtungen, die mit Luft von verſchiedener Dichtigkeit angeſtellt ſind, mit der gröſsten Zuverläſſigkeit beſtätigt.“ ***)

der Glasebenen, = 16″,6 berechnet worden; doch ſchien an dieſem Tage, obſchon der Himmel ſehr ſchön war, dieſe Ablenkung ein wenig gröſser als gewöhnlich zu ſeyn. *B.*

**) Vergl. S. 84, u. d. vorige Heft S. 372., Anm. *G.*

„Das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft, [in ihrem Normalzuſtande,]“ ſagt Herr Biot an einer andern Stelle, „iſt eins der feinſten und ſchwierigſten Elemente in der Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung. Ueber ſie hat Herr Delambre, dem die Aſtronomie ſchon ſo vieles verdankt, vor kurzem zum Behuf ſeiner Sonnentafeln neue Unterſuchungen unternommen. Er findet durch Vergleichung von mehr als fünf hundert Beobachtungen mit den Formeln des Hrn. De La Place, daſs, wenn ein Lichtſtrahl aus dem leeren Raume in Luft von 0° Wärme und unter $0^m,76$ Druck übergeht, das Quadrat der Geſchwindigkeit des Lichtes um 0,000294047 zunimmt, wenn man die Geſchwindigkeit des Lichtes im leeren Raume gleich 1 ſetzt. Dieſes iſt das, was Hr. De La Place in der *Mécanique céleſte*, t. 4, p. 246, den *Coefficienten* nennt, der das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft bei 0° Wärme und $0^m,76$ Druck beſtimmt, *) und was er mit $\frac{2K}{n^2}(\varrho)$ bezeichnet. Das Doppelte dieſer Gröſse, oder $\frac{4K}{n^2}(\varrho)$ iſt die ganze Zunahme, um welche das Quadrat der Geſchwindigkeit anwächſt, wenn das Licht bis auf eine angebliche Entfernung in die Luft eindringt, und ſo die ganze Einwirkung der Luft erleidet.“ Dieſe ganze Einwirkung iſt es, welche die Herren La Place und Biot, mit

*) Man vergl. im vorigen Hefte S. 372. *Gilb.*

Newton, zum Maafse der *brechenden Kraft* oder des *abſoluten Brechungsvermögens* der Körper nehmen, und was in den vorigen Formeln für die atmoſphäriſche Luft, mit (*P*) bezeichnet worden iſt.

Die *Verſuche mit Luft von verſchiedener Dichtigkeit* ſind in der nächſtfolgenden Tafel dargeſtellt. „Kennt man", ſagt in Hinſicht ihrer Herr Biot, „das Brechungsvermögen der Luft bei 0° Wärme und $0^m,76$ Druck, ſo hat es keine Schwierigkeit, unter der Vorausſetzung, daſs die brechende Kraft der Luft ſich mit der Dichtigkeit der Luft genau proportional verändere, die Ablenkung zu berechnen, welche ein Lichtſtrahl im Prisma erleidet, wenn dieſes mit Luft von einer gegebenen Dichtigkeit und Temperatur angefüllt iſt. *) Dieſe berechnete Ablenkung muſs nothwendig von der abweichen, welche die Beobachtung unmittelbar giebt, da ſich bei letzterer zugleich der Fehler wegen des Nicht-Parallelismus der Glasflächen zeigt; findet indeſs die angenommene Proportionalität in aller Genauigkeit Statt, ſo muſs der Unterſchied beider ſtets dem Einfluſſe dieſes Fehlers auf die Ablenkung gleich ſeyn. Dieſer Einfluſs läſst ſich aber, wie wir oben geſehen haben, **) unmittelbar meſſen; und dieſer gemeſſene Werth deſſelben giebt daher den conſtanten Unterſchied, der zwiſchen der

*) Nach Formel X oder XI. *Gilb.*

**) S. S. 40 und 66. *Gilb.*

beobachteten und den berechneten Ablenkungen Statt finden muſs, wofern die Vorausſetzung in al ler Strenge gültig iſt."

„Unſer Apparat machte uns Beobachtungen die ſer Art, beſonders mit atmoſphäriſcher Luft, ſehr leicht. Das Prisma wurde zuerſt möglichſt luftle gemacht; dann lieſsen wir ein wenig Luft hinein und zu wiederhohlten Mahlen immer etwas meh bis endlich die Luft im Innern zu einerlei Dichti keit mit der äuſsern Luft gelangt war. Bei all

Z W E I T

Verſuche über die brechende Kraf ſchiedene

Tag der Beobachtung. 1806.		Aeuſseres Barometer		Inneres Barometer communic. mit dem Prisma.	
		Stand. Mètres.	Temperat. +	Stand. Mètres.	Temperat. +
März	7	0,7662	4°,5	0,0050	5°,0
	7	0,7660	5,0	0,0210	6,0
	7	0,7658	5,0	0,1200	6,0
	9	0,7551	4,8	0,2425	4,8
	7	0,7654	5,0	0,2830	6,0
	9	0,7548	4,8	0,4055	5,4
	7	0,7654	5,0	0,5260	6,0
	9	0,7543	4,8	0,6130	4,8
Junius	14	0,7630	22,5	0,8007	24,0

„Die Reſultate dieſer Verſuche", fährt Herr Biot fort, „beweiſen, daſs von der äuſserſten Gränze der Luftverdünnung an, die zu erreichen

sfen verschiedenen Dichtigkeiten beobachteten ir die Barometer- und Thermometerstände, und it dem Vervielfältigungs-Kreise die Ablenkung; as letzte Mahl bei offenem Prisma. In diesem Fal- kennte die Ablenkung nur von dem Fehler des Nicht-Parallelismus der Glasflächen herrühren; iese Beobachtung lehrte uns daher den Einfluss dieses Fehlers kennen. So hatten wir in dem Versuche, der in der folgenden Tafel dargestellt ist, diese Correction gefunden auf 16″,6.“

TABELLE.

der atmosphärischen Luft bei verschiedenen Dichtigkeiten.

Beobachtungen.		Der Dichtigkeit proportionale Ablenkung, berechnet.	Differenz beider, oder Ablenkung wegen des Nicht-Parallelismus der Glasflächen.
Zahl der Vervielfältig.	Ablenkung; uncorrigirt wegen des Nicht-Parallelismus.		
10	— 5′ 43″,5	— 5′ 58″,0	14 ,5
10	— 5 31,8	— 5 48,9	17,1
10	— 4 45,8	— 5 2,4	16,6
20	— 3 45,0	— 4 0,9	15,9
10	— 3 29,2	— 3 45,8	16,6
14	— 2 29,2	— 2 44,1	14,9
10	— 1 37,1	— 1 52,3	15,2
20	— 0 48,6	— 1 6,3	17,7
20	+ 0 34,0	+ 0 16,4	17,6

war, bis zur gewöhnlichen Dichtigkeit der Luft, die brechende Kraft der atmosphärischen Luft stets in aller Schärfe der Dichtigkeit derselben propor-

tional ist, so lange sich die Temperatur nicht ändert, und dass diese Regel auch nicht der geringsten Modification bedarf. Jede einzelne der angeführten Beobachtungen giebt unter dieser Voraussetzung das specifische Brechungsvermögen der Luft genau so, als es durch Versuche mit dem vollkommensten luftleeren Raume gefunden wird. Wir haben selbst die Luft in unserm Prisma bis zu einem Drucke von $0^m,80$ verdichtet, (die grösste Verdichtung, welche unser Prisma zuliess,) und zugleich bei hohen Temperaturen beobachtet, um uns zu überzeugen, ob dieselben Gesetze auch unter diesen Umständen noch bestehn; und wir haben nicht die kleinste Abweichung bemerkt."

„Obgleich unsre Versuche mit dem Prisma sich nicht weiter führen liessen, so können wir doch bei der vollkommenen Uebereinstimmung aller ihrer Resultate nicht daran zweifeln, dass das Gesetz, dem sie gehorchen, nicht noch viel weiter gelte. Dafür scheinen selbst mehrere Inductionen zu sprechen. Sollte z. B. die brechende Kraft der Luft, wenn die Temperatur über eine gewisse Gränze hinaus zugenommen oder abgenommen hätte, sich nicht mehr proportional der Dichtigkeit ändern, so müsste das höchst wahrscheinlich sich zeigen, wenn man in gewöhnlichen Temperaturen mit sehr verdünnter Luft operirte, da z. B. Luft, die bis auf 2 oder 3 Millimètres Druck verdünnt ist, in Verhältniss auf ihre Masse unendlich viel mehr gebundene Wärme enthält, als atmosphärische Luft von gewöhnlicher

Dichtigkeit. Da nun ſelbſt Luft von dieſer Dünnheit das Licht genau ſo bricht, wie es ihre Dichtigkeit, zufolge des angeführten Geſetzes, mit ſich bringt; ſo hat höchſt wahrſcheinlich die Menge von Wärme, welche in der Luft gebunden iſt, gar keinen Einfluſs auf ihr Brechungsvermögen. Dann aber gilt das Geſetz bis an die äuſserſten Gränzen der Atmoſphäre hinauf, voraus geſetzt, daſs die chemiſche Beſchaffenheit der Luft überall dieſelbe ſey."

„Was die *Feuchtigkeit* der Luft betrifft, ſo hat es uns nicht geſchienen, als habe der Stand des Hygrometers irgend einen wahrnehmbaren Einfluſs auf die brechende Kraft der Luft, zum wenigſten nicht in den Temperaturen, in welchen wir beobachtet haben, und die nur von 0° bis 25° oder 30° des hunderttheiligen Thermometers reichten. Um dieſen wichtigen Gegenſtand aufzuklären, haben wir in unſer Prisma Waſſerdampf gebracht, die Elaſticität deſſelben auf dieſelbe Art, vermittelſt des innern Barometers gemeſſen, wie man die eines Gas miſst, und dann die Brechung deſſelben beobachtet. Zu andern Zeiten haben wir das luftleere Prisma durch Kali ausgetrocknet, und es mehrere Wochen lang in dieſem Zuſtande mit einer Spannung von weniger als $0^m,002$, ſelbſt während heiſser und regniger Tage erhalten, an welchen die Luft mit Feuchtigkeit geſättigt war, und die Brechung während der kurzen Zwiſchenräume der Regengüſſe beobachtet. Immer war ſie, ſo weit die Wahrneh-

mung reichte, dieſelbe, als wenn die äuſsere und die innere Spannung ganz allein von der atmoſphäriſchen Luft wäre hervor gebracht worden. Die Berechnung, welche wir unter dieſer Vorausſetzung mit dem von uns beſtimmten Coefficienten des Brechungsvermögens der Luft anſtellten, wich von der Beobachtung immer nur um ſo kleine Gröſsen ab, daſs es natürlicher war, ſie den unvermeidlichen Fehlern der Beobachtung zuzuſchreiben. Zum wenigſten lieſse ſich eine Verſchiedenheit, wenn eine ſolche wirklich Statt fände, nur durch ſehr vervielfachte Beobachtungen beſtimmen; denn ſie betrug ſelbſt unter den günſtigſten Umſtänden nie mehr als 3″; und einer Ablenkung von 3″ in unſerm Prisma entſpräche für die Strahlenbrechung in 45° Höhe mehr nicht, als ein Unterſchied von o″,5. Wir glauben hiernach berechtigt zu ſeyn, zu ſchlieſsen, daſs Waſſerdampf und Luft in ihrem Brechungsvermögen nur ſehr wenig verſchieden ſeyn können, wie das Herr La Place in der *Mécanique céleſte* ſchon aus dem Brechungsvermögen des Waſſers gefolgert hatte. Man wird weiterhin Verſuche finden, *) welche dieſe Vorausſetzung höchſt wahrſcheinlich machen, oder wenigſtens uns berechtigen, in der Berechnung der aſtronomiſchen Beobachtungen ſie als völlig genau anzunehmen.

*) Beim Brechungsvermögen des Waſſers, bis wohin ich einige Bemerkungen hierüber verſpare.

Gilbert.

Aus diesem Grunde haben wir uns dieser Voraussetzung auch da bedient, wo es darauf ankam, die Brechung unsrer Gasarten, wegen des Wasserdampfs, der denselben hygrometrisch beigemischt war, zu corrigiren, wie das bei mehrern Versuchen, welche in der folgenden Tabelle aufgeführt sind, der Fall war."

In den beiden folgenden Tabellen findet man aus den Beobachtungen nicht nur das absolute Brechungsvermögen der *verschiedenen Gasarten* im Normalzustande (P'), sondern auch ihr *specifisches Brechungsvermögen* (B') berechnet, und letzteres in Zahlen ausgedruckt, die sich auf das specifische Brechungsvermögen der atmosphärischen Luft als Einheit beziehn, und bei denen auch die Dichtigkeit der atmosphär. Luft 1 gesetzt ist. Es ist dann $(B) = \frac{(P)}{\varrho} = (P)$ und folglich $\frac{(B')}{B} = \frac{(P')}{(\varrho')} \cdot \frac{1}{(P)}$; diese Werthe stehn in den letzten Columnen beider Tabellen.

Verſuche über das Brechungsve

	Tag der Beobacht. 1806 (a)	Aeuſseres Barometer Stand. Mèt.	Temp.	Aeuſsere Luft Thermometer	Hygrom.	Inneres Barometer Stand. Mèt.	Temper. +
Sauerſtoffgas.	Dec. 20	0,7585	— 6°,0	— 6°,0	88°	0,7686	8°,5
	Jun. 24 (b)	0,7640 / 0,0158	+ 18,0	+ 18,2	—	0,7655 / 0,0158	18,0
	24	0,7601 / 0,0175	+ 20,0	+ 20,6	—	0,4280 / 0,0175	20,6
Stickgas.	Dec. 28	0,7635	+ 10,0	+ 10,0	93	0,7645	11,0
	Jan. 26	0,7388	+ 6,0	+ 7,4	90,5	0,7386	11,5
Waſſerſtoffgas.	Dec. 16	0,7562	+ 1,0	+ 0,0	89	0,7540	7,5
	17	0,7665	— 2,0	— 0,0	82	0,0930	0,0
	17	0,7652	— 3,8	— 2,4	84	0,7540	7,5
Ammoniakgas.	Jun. 26	0,7566	+ 23,0	+ 23,0	—	0,6170	23,0
	26	0,7566	+ 23,0	+ 23,0	—	0,6087	23,0
	27	0,7546	+ 22,0	+ 22,0	—	0,7482	22,0
	28	0,7606	+ 19,2	+ 19,7	—	0,6294	19,7
kohlenſaures Gas.	Jan. 27	0,7366	+ 4,9	+ 5,0	96,5	0,7381	10,7
	Jun. 22	0,7616 / 0,0175	+ 20,0	+ 20,0	—	0,7530 / 0,0175	20,0
	22	0,7638 / 0,0197	+ 22,0	+ 22,0	—	0,4890 / 0,0197	22,0
	Jul. 1	0,7624 / 0,0175	+ 20,0	+ 20,0	—	0,8033 / 0,0175	20,0
	1	0,7618 / 0,0175	+ 20,0	+ 20,0	—	0,3200 / 0,0175	20,0
Kohl.W.ſtoffgas.	März 23	0,7546	+ 13,0	+ 13,0	81,0	0,7500	13,0
	28	0,7531	+ 12,5	+ 13,5	85,0	0,7472	12,5

a) Die Beobachtungen im Dec. ausgenommen, welche von 1785 ſind.

ABELLE.

ögen der verſchiedenen Gasarten.

Temperatur des Gas. +	Zahl der Vervielfältigung.	Beobachtete Ablenkung ganze nicht corrigirte.	wegen d. Nicht-Parall. d. Glasflächen.	Berechnetes Brechungsvermögen absolutes oder $(P^l) = \frac{4K}{n^2}$ (siehe S. 68)	ſpecifiſches Brechungsvermögen das d. atm. Luft = 1 geſetzt. (*d*)
6°,0	40	— 0′ 9″,0	16″,6	0,0005608582	0,862586
18,2	20	+ 0 13,0	29,0	0,0005600336	0 861430 (c)
				0,000559563	0,860595 (c)
20,6	10	— 2 7,5	29,0	0,0005603686	0,861825 (c)
6,0	40	+ 0 22,7	16,6	0,000589768	1,03290
6,3	30	+ 0 18,8	16,6	0,000591104	1,03526
2,0	20	— 2 51,4	16,6	0,000286670	6,64582
0,9	30	— 5 29,0	16,6	0,000285788	6,62529
				0,000285542	6,61953
2,0	30	— 3 1,4	16,6	0,000283263	6,56680
23,0	12	+ 0 40,0	23,6	0,000758085	2,15639
23,0	10	+ 0 37,6	23,6	0,000763052	2,17051
22,0	12	+ 1 58,7	23,6	0,000763825	2,17271
				0,000766317	2,17980
19,7	16	+ 0 46,6	23,6	0,000760469	2,16317
5,3	10	+ 3 13,6	16,6	0,000890291	0,99439
20,0	10	+ 3 8,6	—	—	—
				—	—
22,0	22	+ 0 7,5	—	0 0009011884	1,00658
20,0	14	+ 3 45,0	21,7	0,000901 1403	1,00680
				0,000907195	1,00275
20,0	16	— 1 42,0	21,7	0,000897785	1,01327
13,0	20	+ 1 20,0	16,6	0,0007036686	2,09270
13,5	20	+ 0 37,6	16,6	0,0006302996	1,81860 (*d*)

b) Die in Col. 1 und 6 unter den Barometerhöhen ſtehenden Zahlen

Brechende Kraft der Gasart

	Tag der Beobachtung.	Aeuſseres Barometer: Stand. Mètres.	Aeuſseres Barometer: Temperatur.	Inneres Barometer: Stand. Mètres.	Inneres Barometer: Temperatur.
Sauerſtoffgas	Dec. 20	0,7577	— 3°,5	0,0970	— 1°
	Jun. 23	0,7601	+ 20,0	0,4280	+ 20,6
		0,0175		0,0175	
Stickgas	Dec. 22	0,7350	+ 4,0	0,0960	+ 5,0
Waſſerſtoffgas	Dec. 16	0,7665	— 2,0	0,0919	+ 0,0

Dieſer letzte Theil unſrer Verſuche über d Brechungsvermögen der Gasarten entſpricht völ der zweiten Tafel, und auch für ihn gilt das meiſ was über jene geſagt iſt. Die berechnete Ablenku beruht auf dem Brechungsvermögen der Gasart, w es ſich in der folgenden Tabelle findet, und auf d Annahme, daſs das Brechungsvermögen jedes Ga

bedeuten die Spannung der Waſſerdämpfe; ſie ſind v dieſen Höhen *abzuziehen*, weil der Waſſerdampf bei gl cher Elaſticität mit der atmoſphäriſchen Luft, das Lich ſehr nahe eben ſo ſtark bricht als dieſe. *B.* [und die Di ferenz der Elaſticitäten der feuchten Luft und ihres Waſſe dampfs, der Dichtigkeit der trockenen Luft in ihr propo tional iſt.] *Gilb.*

c) Die in den beiden letzten Columnen eingeklammerten Zah len bedeuten, daſs die dritte, aus den beiden obern unab hängig vom Fehler des Nicht-Parallelismus der Glasflächen nach Formel IX iſt berechnet worden. *B.*

d) Das letztere enthielt mehr Kohlenſtoff als das erſtere. *B.*

bei verſchiedenen Dichtigkeiten.

Temperatur d. Luft und des Gas.	Ablenkung beobachtete uncorrigirte.	Ablenkung berechnete corrigirte.	Ablenkung wegen der Nicht-Parall. d. Glasfl. Differ. berechnete	beobachtete.
— 1°,8	— 5′ 4″,2	— 5′ 19″,6	+ 15″,4	+ 16″,6
+ 20,6	— 2 7,5	— 2 36,2	+ 28,7	+ 29,2
+ 5.0	— 4 44,8	— 5 0,1	+ 15,3	+ 16,6
+ 0,0	— 5 29,0	— 5 45,8	+ 16,8	+ 16,6

ſich bei übrigens gleichen Umſtänden der Dichtigkeit deſſelben genau proportional verändere. Da dieſe Vorausſetzung auf völlig richtige Folgerungen führt, ſo muſs das Geſetz in aller Schärfe wahr ſeyn. Daſſelbe thun auch, auf einem andern Wege, die Verſuche mit verdünntem Gas dar, welche in dem erſten Theile dieſer dritten Tafel zerſtreut ſtehn; denn mit andern verbunden, geben ſie genau daſſelbe Brechungsvermögen, als die directe Beobachtung.

VIERTE TABELLE.

Mittlere Werthe aus allen Beobachtungen über das ſpecifiſche Gewicht und das Brechungsvermögen der Gasarten, für 0° Temp. und $0^m,76$ Druck.

	Dichtigkeit (*)	Brechungsvermögen bei 0° Wärme u. $0^m,76$ Druck.	
		abſolutes	ſpecifiſches
Atmoſphär. Luft	1,00000	0,0005891712	1,00000
Sauerſtoffgas	1,10359	0,000560204	0,86161
Stickgas	0,96913	0,000590436	1,03408
Waſſerſtoffgas	0,07321	0,000285315	6,61436
Ammoniakgas	0,59669	0,000762349	2,16851
Kohlenſaures Gas	1,51961	0,000899573	1,00476
Kohl.-Waſſerſtoffg.	0,57072	0,000703669	2,09270
— kohl.ſt.reicher.	0,58825	0,000630300	1,81860

„Der Sauerſtoff“, fügt Herr Biot hinzu, „iſt alſo unter allen elaſtiſch-flüſſigen Körpern, (ja unter allen Körpern überhaupt,) die wir bis jetzt beobachtet haben, derjenige, der das Licht am wenigſten bricht; der Waſſerſtoff der, welcher es am ſtärkſten bricht.“

*) Von den Abwägungen der luftförmigen Flüſſigkeiten, deren Reſultate dieſe Col. enthält, und von den übrigen Folgerungen, welche aus ihnen die Herren Biot und Arago ziehn, in dem folgenden Hefte. *Gilb.*

IV. *Optisch-chemische Folgerungen.*

„Nachdem wir das Verfahren," sagt Hr. Biot, „dessen wir uns bei unsern Versuchen bedient, und die physikalischen Resultate, auf welche sie führen, dargestellt haben, wollen wir in unsern Folgerungen noch etwas weiter gehen, und versuchen, die Beziehungen zu entwickeln, durch welche sie die Chemie interessiren können."

„Schon Newton hatte, sehr glücklich, aus dem grofsen specifischen Brechungsvermögen des Wassers und des Diamanten geschlossen, diese beiden Körper möchten etwas brennbares in sich enthalten, und die neuere Chemie hat dargethan, dafs er sich darin nicht geirrt hat. Die Induction, welche diesen grofsen Mann hierbei leitete, ist viel sicherer und liegt sehr viel tiefer, als es auf den ersten Anblick scheint. Denn da die Körper nur in höchst kleinen Entfernungen merkbar auf das Licht wirken, so hängt die Stärke der Wirkung nothwendig von der Natur und der Zusammenordnung der kleinsten Theilchen, also von den wesentlichsten Eigenschaften der Körper ab; und der Physiker, der ihr Brechungsvermögen beobachtet und vergleicht, verfährt auf ganz ähnliche Art als der Chemiker, wenn er ein Alkali der Einwirkung aller Säuren aussetzt, um die verhältnifsmäfsige Kraft derselben und ihren Sättigungsgrad zu bestimmen. In unsern Versuchen ist das Licht der Körper, den wir der Einwirkung aller andern aussetzen, und wir schät-

zen ihre Wirkung nach ihrem Brechungsvermögen, das heifst, nach der Zunahme an lebender Kraft, welche die Wirkung ihrer Theilchen dem Lichte einzudrücken beftrebt ift."

„Die bewundernswürdige Stärke der Kraft, welche die Körper auf das Licht äufsern, giebt diefem Verfahren felbft einen ganz eigenthümlichen Vorzug. Einige Körper wirken mit einer folchen Intenfität auf das Licht, dafs fie den Lichttheilchen in einem unendlich kleinen Zeittheil das Doppelte der Gefchwindigkeit eindrücken, welche fie zuvor im Raume hatten. Nimmt man die Gefchwindigkeit, mit der das Licht fich durch den leeren Raum bewegt, zur Einheit, fo findet fich die modificirte Gefchwindigkeit, mit der das Licht durch den durchfichtigen Körper hindurch geht, aus dem Verhältniffe des Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Brechungswinkels. Im Diamanten überfteigt der erftere den letztern um das Doppelte; *) in ihm wird alfo die Gefchwindigkeit des Lichtes mehr als doppelt fo grofs, d. h., fie nimmt um mehr als 70000 Lieues in einer Secunde zu. Und diefe Befchleunigung erhält das Licht, und verliert fie wieder, in einem unendlich kleinen, untheilbaren Zeittheil-

*) *Ce rapport furpaffe* 2, fagt Herr Biot; er charakterifirt hier alfo das Verhältnifs, nach Art der Alten, durch den Quotienten des Hintergliedes in das Vorderglied; wie das fchon oben S. 71 Anm. erinnert worden. *Gilb.*

theilchen; denn die Wirkung, auf welcher die Brechung beruht, geht blofs nahe an der Oberfläche des Körpers vor, in einer Schicht deſſelben, deren Dicke nicht mehr angeblich iſt. So bald das Licht in den Körper tiefer eingedrungen iſt, heben ſich die Anziehungen gegenſeitig auf, welche die dünne Schicht vor dem Strahle, und die Schicht, durch die er ſo eben gegangen iſt, auf das Licht ausüben, und dieſes bewegt ſich daher gleichförmig durch den Körper hindurch. Erſt beim Austritte aus dem Körper wird die Geſchwindigkeit des Lichtes wieder geändert. Die verſchiedene Beſchleunigung des Lichtes durch die Körper, die ſich in ihrem verſchiedenen Brechungsvermögen äufsert, giebt uns daher eine äufserſt ausgedehnte Stufenleiter, auf welche alle Körper ſich in grofsen Zwiſchenräumen in einander reihen laſſen; und ſie kann uns theils dazu dienen, die Körper ihrer Natur nach von einander zu unterſcheiden und zu charakteriſiren, theils ſie aufzuſpüren, und ihre Gegenwart in den chemiſchen Verbindungen zu erkennen. . . .“

„Nachdem wir z. B. aus unſern Verſuchen die ſo mächtige Wirkung des Lichtes auf den Waſſerſtoff haben kennen gelernt, müſſen wir ſchlieſsen, dafs es die Anweſenheit dieſes Stoffes im Waſſer, in dem Gummi, in den Oehlen und in andern verbrennlichen Körpern ſey, von der das grofse Brechungsvermögen dieſer Körper abhängt. In der That findet ſich dieſe mächtige Einwirkung des Waſſerſtoffs in dem Ammoniakgas wieder, deſſen eigen-

thümliches Brechungsvermögen mehr als doppelt so grofs ist, als das der atmosphärischen Luft.“

„Wir können selbst noch weiter gehen. Da es nämlich scheint, dafs Stoffe, auch wenn sie an andere gebunden sind, ihren eigenthümlichen Charakter einiger Mafsen beibehalten, und selbst in dieser Verbindung noch bis auf einen gewissen Punkt mit derselben Kraft wie zuvor auf das Licht wirken, so mufs der Einflufs der Bestandtheile einer Mengung oder Mischung auf das eigenthümliche Brechungsvermögen des Ganzen, sich unter dieser Voraussetzung berechnen lassen. Wollten wir eine solche Berechnung für irgend ein anderes Reagens als für das Licht unternehmen, so würden wir uns sehr bald in unübersteigliche Schwierigkeiten verwickelt sehen; denn obgleich die chemischen Einwirkungen nur in sehr kleinen Entfernungen vor sich gehn, so sind diese Entfernungen doch immer noch unter einander vergleichbar, *) und die gröfsere oder geringere Entfernung der Theilchen mufs daher notwendig die Intensität derselben verändern. Ferner mufs auf sie die Gestalt der Theilchen Einflufs haben, auf eine Art, die sich nicht berechnen läfst, obschon hierauf die Verschiedenheit ihrer Einwirkung auf das Licht vorzüglich beruht. Bei dem Lichte fallen dagegen diese Schwierigkeiten fort

*) Nach dem zu urtheilen, was Herr De La Place seitdem über die Theorie der Haarröhrchen entdeckt hat, scheinen die chemischen Kräfte nur in der Berührung zu wirken. *Gilb.*

Denn da die Lichttheilchen, (um nach dem Emiſſionsſyſtem zu reden,) ſo auſserordentlich fein ſind, daſs ihre Gröſse gegen die der Zwiſchenräume zwiſchen den Theilen der Körper nicht in Betracht kömmt, ſo können geringe Grade von Verdichtungen, in denen die Beſtandtheile ſich befinden, ihre Wirkung auf das Licht nicht bedeutend verändern; und das [ſpecifiſche] Brechungsvermögen zuſammen geſetzter Körper kann daher nur ſehr wenig von der Summe der [ſpecifiſchen] Brechungsvermögen ihrer Beſtandtheile verſchieden ſeyn, voraus geſetzt, daſs dieſe Beſtandtheile ſich nicht in einem Zuſtande ſehr groſser Verdichtung befinden. Und da alle anziehenden Kräfte den Maſſen proportional ſind, ſo müſſen hiernach die Produkte aus dem [ſpecifiſchen] Brechungsvermögen jedes der Beſtandtheile eines Körpers in den Gewichtsantheil deſſelben, wenn man ſie zuſammen nimmt, dem ſpecifiſchen Brechungsvermögen des zuſammen geſetzten Körpers gleich ſeyn." *)

*) Geſetzt alſo, ein Körper habe zwei Beſtandtheile, von dem einen dem Gewichte nach x', vom andern x'', ſo daſs $x' + x'' = 1$ ſey, und das [ſpecifiſche] Brechungsvermögen des Körpers ſey P, das der beiden Beſtandtheile P', P''; ſo iſt nach dieſer Regel $P = P'x' + P''x''$. Aus dieſen beiden Gleichungen findet man $x' = \frac{P - P''}{P' - P''}$ und $x'' = \frac{P' - P}{P' - P''}$, und hiernach läſst ſich aus dem [ſpecifiſchen] Brechungsvermögen des Ganzen und der beiden Beſtandtheile, das genaue Verhältniſs der beiden Beſtandtheile finden. *B.*

Dieſes Geſetz wird in der That durch die Erfahrung ſehr gut beſtätigt. Daſs es in aller Strenge da richtig iſt, wo wir es mit einer bloſsen Mengung ohne innige Verbindung zu thun haben, zeigt Herr Biot an den Beiſpielen *der atmoſphäriſchen Luft.* Nimmt man die ſpecifiſchen Gewichte und die ſpecifiſchen Brechungsvermögen der Gasarten, aus denen ſie beſteht, (wie weiterhin überall,) aus Tafel IV, und ſetzt den Gehalt der Luft an kohlenſaurem Gas auf 0,006, weil dieſe Annahme ſich am beſten mit den ſpecifiſchen Gewichten der Gasarten, wie Herr Biot ſie aus ſeinen Verſuchen abgeleitet hat, verträgt; ſo findet ſich das ſpecifiſche Brechungsvermögen einer ſolchen Miſchung ſo, wie es die folgende Tabelle zeigt:

Antheil der atmoſphär. Luft an	nach dem Volumen.	nach dem Gewichte.	Produkt aus Gewicht und Brechungsvermögen.
Sauerſtoffgas	0,21	0,231765	0,199682
Stickgas	0,784	0,759797	0,786238
Kohlenſaurem Gas	0,006	0,009118	0,009157
Summe	1,000	1,000670	0,995077

Das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft, wie es ſich hier aus ihren Beſtandtheilen findet, iſt alſo nur um 0,004923 zu klein; eine Verſchiedenheit, die ſo unbedeutend iſt, daſs ſie auf die Polhöhe von Paris nicht $0''{,}3$ Einfluſs hat, und daſs ſie ſehr wohl von den unvermeidlichen Fehlern der Verſuche herrühren kann, da das ſpecifiſche Ge-

richt, die Reinheit, und das Brechungsvermögen er Gasarten, alle drei Einfluſs auf dieſe Beſtimmung haben. *)

*) Da nun, ſchlieſst Herr Biot, an der im vorigen Hefte S. 391 und 392 mitgetheilten Stelle, die Miſchung der atmoſph. Luft zu allen Zeiten und an allen Orten auf der Erde, und ſelbſt in den gröſsten Höhen immer dieſelbe iſt; ſo muſs überall auf der Erde die Luft bei gleicher Dichtigkeit einerlei brechende Kraft äuſsern. „Die Tafeln, welche für die aſtronomiſche Strahlenbrechung aus unſern europäiſchen Beobachtungen genommen ſind, laſſen ſich daher überall ohne irgend eine Modification gebrauchen; ein Reſultat, welches ehemahls einen Gegenſtand der Nachforſchungen auf der Reiſe ausmachte, welche die franzöſiſchen Aſtronomen nach dem Aequator und nach dem Pole zu unternahmen.“ Das Bedenken wegen der Wärme, S. 392, findet man hier nicht mehr; der am 14ten Junius angeſtellte Verſuch in Taf. 2 ſcheint es weggeräumt zu haben. Hier noch die Reſultate der *eudiometriſchen Verſuche*, welche Herr Biot auf ſeiner Alpenreiſe, (*daſ.*, S. 391,) angeſtellt hat: Es enthielt die Luft in 100 Theilen

	Sauerſtoffgas.
Am Neufchateler See	20,67
Am Genfer See	20,15
Zu Sallenche	20,50
Auf dem Gletſcher von Chamouni	20,11
Auf dem Col de Balme	20,23
Zu Martigni in Wallis	20,52
Auf dem groſsen St. Bernard	20,46
Zu Turin	20,20
Auf dem Mont Cenis	21,00
Zu Paris	21,00

Daſs die Regel auch da noch in aller Genauigkeit gilt, wo bei chemiſchen Verbindungen die Beſtandtheile keine ſehr groſse Verdichtung erlitten haben, zeigt Herr Biot am Beiſpiele des *Ammoniakgas*. Nach den ſehr genauen Verſuchen Ber-

„Alle dieſe Prüfungen wurden mit Waſſerſtoffgas angeſtellt, und mehrmahls wiederhohlt. Das Eudiometer war eine ſehr enge in 300 Theile eingetheilte Röhre; und das Waſſerſtoffgas war mit groſser Sorgfalt in Waſſer, das man durch Kochen luftleer gemacht hatte, durch Eiſen und Schwefelſäure entbunden worden. Vielleicht, daſs die geringe Abweichung von wenigen Tauſendteln, dieſer Reſultate von denen der Herren von Humboldt und Gay-Luſſac, (ſie fanden ſtets 0,21 Sauerſtoff,) daher rührt, daſs dieſe Entbindung kein ganz ſo reines Gas giebt, als wenn man deſtillirten Zink und Salzſäure nimmt. — Als eine Beſtätigung, daſs die Luft in allen Höhen einen gleichen Gehalt an Sauerſtoffgas hat, läſst ſich auch der Umſtand anſehen, daſs Waſſer, welches der freien Luft unter gleichen Umſtänden ausgeſetzt iſt, an allen Orten ſtets dieſelbe Menge von Sauerſtoffgas verſchluckt. So z. B. gab mir das Waſſer der Cascade des *Nant-d'Arpenas*, welche 800 Fuſs Fall hat, Luft mit 0,3145 Sauerſtoffgas; vollkommen ſo, wie das Regenwaſſer in Paris, oder wie deſtillirtes Waſſer, das ſich voll Luft geſogen hat: und in Luft aus dem ewigen Schnee ausgetrieben, welcher den Gipfel des groſsen St. Bernhardsberg bedeckt, fand ich 0,2732 Sauerſtoffgas, gerade ſo, als in der Luft des Schnees, der alle Jahr in Paris fällt.“ Dies Herr Biot. *Gilb.*

thollet's, welche Davy mit ſeiner bekannten Sorgfalt wiederhohlt hat, beſteht dieſes Gas aus 0,200 Waſſerſtoff und 0,800 Stickſtoff. Nun aber betrug das Gewicht von Ammoniakgas, Waſſerſtoffgas, Stickgas, wenn jedes bei 0° Wärme und $0^m,76$ Druck den Ballon füllte, in welchem Herr Biot die Gasarten gewogen hat, $4^g,32794$, $0^g,53104$, $7^g,0292$; wären folglich der Waſſerſtoff und der Stickſtoff, den das Ammoniakgas enthielt, nicht einer an den andern gebunden geweſen, ſo hätte der erſtere das Volumen $\frac{1}{2} \cdot \frac{4,32794}{0,53104} = 1,63$ und der letztere das Volumen $\frac{1}{2} \cdot \frac{4,32794}{7,0292} = 0,4926$, beide zuſammen alſo den doppelten Raum einnehmen müſſen, den ſie in ihrer chemiſchen Vereinigung als Ammoniakgas wirklich einnehmen. Das Ammoniakgas entſpricht aber genau jener Regel. Denn berechnet man nach der vorhin angegebenen Formel, (S. 99, Anmerk.,) aus den Brechungsvermögen das Verhältniſs der Beſtandtheile, ſo findet ſich, daſs Ammoniak aus 0,203 Waſſerſtoff und 0,797 Stickſtoff beſteht; ein Reſultat, welches den Beſtimmungen Berthollet's und Davy's ſo nahe fällt, daſs es in der That innerhalb der Gränzen der unvermeidlichen Fehler liegt. „Vielleicht, daſs bloſs die groſse Schwierigkeit, das Waſſerſtoffgas ganz rein zu erhalten und das Brechungsvermögen deſſelben mit aller Genauigkeit zu beſtimmen, die kleine Verſchiedenheit veranlaſste.“

Im *Waſſer* findet ſchon eine bedeutende Abweichung von dem angegebenen Geſetze Statt; wahrſcheinlich wegen der auſserordentlichen Verdichtung, in der ſich die Beſtandtheile des Waſſers befinden, die über das Zweitauſendfache ſteigt. Nach den Unterſuchungen der Herren von Humboldt und Gay-Luſſac verbinden ſich mit 1 Th. Sauerſtoffgas genau 2 Theile Waſſerſtoffgas zu Waſſer. Rechnet man nach den ſpecifiſchen Gewichten in Tafel IV, ſo beſteht folglich das Waſſer dem Gewichte nach aus 0,882958 Sauerſtoff und 0,117154 Waſſerſtoff. Das ſpecifiſche Brechungsvermögen des Waſſers müſste alſo der obigen Regel zu Folge ſeyn: 0,882958 . 0,86161 + 0,117154 . 6,61436 oder 0,76077 + 0,77490 = 1,53567. Nun aber verhält ſich nach Newton beim Uebergange des Lichtes aus dem leeren Raume in Waſſer, der Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels, wie 529 : 396; *) „eine Beſtimmung, die ſehr genau iſt, wie wir uns", ſagt Herr Biot, „durch eigene Verſuche überzeugt haben." Daraus läſst ſich das ſpecifiſche Brechungsvermögen des Waſſers nach der Formel $\frac{i^2 - 1}{\varrho}$ berechnen; **) und dividirt man noch durch die brechende Kraft der Luft,

*) Auch hier druckt ſich Herr Biot wieder aus: *le rapport du ſinus d'incidence au ſinus de refraction eſt* $\frac{529}{396}$. Vergl. S. 71, Anmerk. *Gilb.*

**) Man vergl. S. 70. Es iſt hier $i^2 - 1$, die Zunahme der lebenden Kraft des Lichtes, = 0,78431,

ſo erhält man das ſpecifiſche Brechungsvermögen des Waſſers aus directen Verſuchen = 1,7225, das der Luft gleich 1 geſetzt. „Auf dieſelbe Art", fügt Herr Biot hinzu, „muſs man alle Reſultate Newton's berechnen, wenn man ſie mit den unſrigen vergleichen will." Das wirkliche Brechungsvermögen des Waſſers iſt alſo ungefähr um $\frac{1}{9}$tel gröſser, als das nach der obigen Regel berechnete; nur um ſo viel hätte alſo die auſserordentlich groſse Verdichtung, in der ſich die Beſtandtheile des Waſſers befinden, das Brechungsvermögen derſelben erhöht. „Rührt der Unterſchied zwiſchen Beobachtung und Rechnung wirklich aus dieſem Grunde her, ſo beweiſt dieſes mit groſser Evidenz, daſs der Einfluſs der Beſtandtheile auf das Brechungsvermögen des zuſammen geſetzten Körpers ſich meſſen läſst."

Noch bemerkt Herr Biot, daſs dieſe Reſultate ſehr geeignet ſind, eine Vorausſetzung zu bewähren, welche Herr La Place in der *Mécanique céleſte* in ſeiner Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung macht, nämlich: daſs der *Waſſerdampf* einerlei ſpecifiſches Brechungsvermögen mit dem tropfbaren Waſſer habe. *) Denn da, wie man hier ſieht, das ſpecifiſche Brechungsvermögen

und nach den Verſuchen der Herren Biot und Arago $\varrho = 773$, wenn die Dichtigkeit der Luft 1 geſetzt wird. *Gilb.*

*) Vergl. *Annalen*, XXV, 403.

des Waſſers nur ſehr wenig von dem Brechungsvermögen abweicht, welches eine Mengung aus 2 Th. Waſſerſtoffgas und 1 Th. Sauerſtoffgas haben würde, ſo ausnehmend verſchieden auch der Zuſtand iſt, in dem dieſe Beſtandtheile ſich in beiden Fällen befinden; ſo muſs bei dem Uebergange des Waſſers in Dampf, da dieſe beiden ſich unendlich näher kommen, das Brechungsvermögen bei weitem weniger geändert werden. Herr De La Place hat aber gezeigt, daſs, wenn das ſpecifiſche Brechungsvermögen des Waſſerdampfs dem des Waſſers gleich iſt, und zugleich der Waſſerdampf bei einerlei Elaſticität nur $\frac{10}{16}$ von der Dichtigkeit der Luft hat, der Waſſerdampf in der Atmoſphäre nahe eben ſo als Luft bei gleichem Druck und gleicher Wärme das Licht brechen müſſe. Das würde ſelbſt noch der Fall ſeyn, wenn man für das Brechungsvermögen des Waſſerdampfs das jenes Gasgemenges nähme. Man ſieht daher, daſs man bei jener Vorausſetzung keinen Irrthum zu befürchten hat, der für die Aſtronomie von Einfluſs wäre; wenigſtens nicht innerhalb der Gränzen der Temperaturen, in welchen alle unſre aſtronomiſche Beobachtungen angeſtellt werden. „Nur würde es", fügt Herr Biot hinzu, „ſehr nützlich ſeyn, das Verhältniſs der Dichtigkeiten zwiſchen Waſſerdampf und Luft, (ungeachtet $\frac{10}{16}$ der Wahrheit ſchon ſehr nahe zu kommen ſcheint,) mit der gröſsten Genauigkeit zu verificiren; denn dieſes Verhältniſs iſt hier von groſsem Einfluſs. Mit dieſen Datis ausgerüſtet, haben wir, da, wo es

der Berechnung der brechenden Kraft der Gasten nöthig wurde, die Wasserdämpfe mit in Rechnung gebracht." *)

*) Herr De La Place behandelt die Frage, welchen Einfluss die Feuchtigkeit der Luft auf die Strahlenbrechung hat, auf die ihm eigne klare und erschöpfende Weise, am Ende seiner Theorie der astronomischen Strahlenbrechung, (*Mécanique céleste*, t. 4, p. 272.) Nachdem er zuerst Dalton's Lehren von den Dämpfen und seine Formel für Dalton's Versuche über die Expansivkraft der Dämpfe gegeben hat, (man findet die Stelle im vorigen Hefte, S. 434, Anm.,) und ferner das, was ich daselbst zu Anfang der Anmerk. S. 404 ausgehoben, als Data der Berechnung voran geschickt hat, stellt er folgende Formel auf: „Wenn z die Elasticität des Wasserdampfs bei x° Temperatur bedeutet, und die Luft in dieser Temperatur völlig mit Feuchtigkeit geschwängert ist, so übertrifft ihr Brechungsvermögen, [oder vielmehr der Coefficient ihres Brechungsvermögens, s. S. 80,] den der völlig trockenen Luft unter gleichen Umständen, um folgende Gröfse

$$\frac{z \cdot 34'',68}{1 + x \cdot 0{,}00375}$$

Und bezeichnet man daher mit ⊙ den Zenithabstand eines Sterns, so druckt diese Gröfse multiplicirt mit *tang.* ⊙ sehr nahe die Vergrösserung der astronomischen Strahlenbrechung wegen der Feuchtigkeit der Luft aus, voraus gesetzt, dass die Luft im Maximo feucht sey." Druckt man z durch x, nach der Formel S. 434 im vorigen Hefte, aus, so findet sich die Correctionstafel, welche *eben das.*, S. 404, steht, nur dass in ihr statt *tang. H*, *cotg. H*, [illegible]

Das *kohlenſaure Gas* beſteht, nach Lavoiſier, dem Gewichte nach aus 0,76 Sauerſtoff und 0,24

oder *tang.* ⊙ zu ſetzen iſt; ein nicht angezeigter Druckfehler bei Herrn Laplace veranlaſste dieſen leicht wahrzunehmenden Irrthum. — Unſtreitig iſt dieſes die Formel, deren die Herren Biot und Arago ſich zur Berechnung des Einfluſſes des Waſſerdampfs auf ihre Refractionsverſuche bedient haben.

Da nach Lavoiſier's Beſtimmung, von welcher Hr. Laplace ausgeht, die Luft bei 12°,5 Wärme 842 Mahl, folgl. bei 0° Wärme $\frac{842}{1+12,5.0,00375}$ Mahl leichter als Waſſer iſt; der Waſſerdampf aber nach den Berechnungen des Hrn. De La Place in allen Temperaturen ſtets $\frac{14}{10}$ vom ſpecifiſchen Gewichte der Luft haben ſoll: ſo muſs der Waſſerdampf von $x°$ Wärme $\frac{842}{1+12,5.0,00375} \cdot \frac{14}{10} \cdot (1+x.0,00375)$ Mahl leichter als Waſſer ſeyn. Dividiren wir alſo mit dieſer Gröſse in $\{(\frac{1280}{1000})^2 - 1,\}$ welche Gröſse die brechende Kraft des Waſſers ausdruckt, (S. 69 und 71;) ſo erhalten wir das ſpec. Brechungsvermögen des Waſſerdampfs von $x°$ Wärme. Es ſey, was heraus kommt, wenn man die Rechnung ausführt, $\frac{A}{(1+x,0,00375)}$. Ferner ſey das Brechungsvermögen der atmoſphäriſchen Luft bei 0° Wärme und $0^m,76$ Druck B, alſo bei $x°$ Wärme $\frac{B}{(1+x.0,00375)}$. Da nun z die Menge des Waſſerdampfs ausdruckt, der ſich in der feuchten Luft befindet, in ihr alſo, ſtatt z Theile Luft, z Theile Waſſerdampf vorhanden ſind, ſo giebt $\frac{Az - Bz}{(1+x.0,00375)}$

ſtoffgas; dieſe Angabe iſt noch immer die wahrſcheinlichſte, und kann nicht weit von der Wahrheit weichen. Ganz genau iſt ſie nicht, weil, wie Hr.

die Gröſse, um welche, bei $x°$ Wärme, völlig feuchte Luft die völlig trockene Luft an ſpecifiſchem Brechungsvermögen übertrifft. Hr. Laplace nimmt ſtatt des Brechungsvermögens die Brechungscoefficienten, (oder die Hälfte,) und zwar in Bogengröſsen ausgedruckt. Nach den Beobachtungen des Herrn Delambre iſt $\frac{1}{2} B = 187'',09$; die Rechnung giebt $\frac{1}{2} A = 221'',77$, und daraus folgt der Ausdruck $\frac{34'',68 \cdot x}{(1+x \cdot 0{,}00375)}$.

Ob aber nicht vielmehr, dem von Hrn. Biot entdeckten Geſetze zu Folge, daſs das ſpecifiſche Brechungsvermögen der zuſammen geſetzten Körper der Summe der Produkte aus den ſpecifiſchen Brechungsvermögen der Beſtandtheile in die Gewichtsantheile derſelben, gleich ſey, die Gröſse $\frac{\frac{1}{2}(A \cdot \frac{13}{12} - B)x}{1+x \cdot 0{,}00374}$ zu nehmen wäre?

Geſetzt, feuchte Luft ſtehe unter dem Drucke p, und der Waſſerdampf in ihr habe die Elaſticität f, ſo ſoll, nach Dalton's Anſichten, weder der Waſſerdampf noch die Luft den ganzen Druck p erleiden, ſondern der Waſſerdampf bloſs mit der Kraft $\frac{f}{p}$, die Luft mit der Kraft $\frac{p-f}{p}$ gedrückt werden. So hydroſtatiſch-paradox dieſes auch iſt, ſo ſcheint es doch nur aus dieſer Annahme begreiflich zu werden, daſs überhaupt Waſſerdampf in gewöhnlichen Temperaturen in der Luft beſtehen kann; auch ſtimmen mit dieſer Annahme die Geſetze überein, nach welchen feuchte Luft durch Wärme expandirt wird. Unter dieſer Vorausſetzung muſs

Berthollet ſchon vor geraumer Zeit bemerkt hat, dabei nicht auf den Waſſerſtoff geſehn iſt, den die Kohle enthält, und der ſich ihr durch Einwirkung des Feuers nicht ganz entziehen läſst. Dieſes hat vor kurzem der Sohn des Hrn. Berthollet durch einen entſcheidenden Verſuch beſtätigt. Er lieſs Schwefeldämpfe über Kohle fortſtreichen, die in einer Schmiedeeſſe calcinirt worden war, und entzog ihr dadurch noch eine groſse Menge Waſſerſtoff. Die ſo gereinigte Kohle zeigte beim Verbrennen eigenthümliche Charaktere, die an ihr noch nicht bekannt waren. Wenn nun

aber der Waſſerdampf, der ſich bei niedern Temperaturen in der Luft befindet, ausnehmend viel dünner ſeyn, als Herr Laplace ihn annimmt; nämlich nicht dichter, als dem Drueke $\frac{f}{p}$ entſpricht, indeſs Hrn. Laplace's Berechnung voraus ſetzt, daſs er unter dem ganzen Drucke p ſtehe, und alſo, [von dem Einfluſſe der Temperaturverſchiedenheit abgeſehn,] von einerlei ſpec. Gewichte mit dem Dampfe des kochenden Waſſers ſey. In dieſem Falle würde in der obigen Berechnung, ſtatt $\frac{1}{2} A$ nur $\frac{1}{2} A \cdot \frac{f}{p}$, oder, da wir $\frac{f}{p} = z$ geſetzt haben, $\frac{1}{2} Az$ vorkommen, und alſo dieſes Glied, z. B. bei 20° des Centeſimalthermometers, $= 221'',77 \cdot \frac{0,676}{30} = 5'',05$, und folglich die Vermehrung der Refraction durch die Feuchtigkeit der Luft $= \frac{-184'' \cdot z}{1,075}$, tg. $\odot = -3'',8$. *tang.* $\odot$ ſeyn. Eben ſo in 10° Temperatur $= 2'',26$ *tang.* $\odot$. Die

vom ganzen ſpec. Brechungsverm. des kohlenſauren Gas . . . . . = 1,00476.
kommen auf 0,76 Sauerſtoffgas 0,76 . 0,86161 = 0,65482.

Differenz = 0,34994

ſo muſs das *ſpecifiſche Brechungsvermögen des Kohlenſtoffs* ſeyn $= \frac{0,34994}{0,24} = 1,4581$, alſo geringer als das des Waſſers.

Jedes andere Miſchungsverhältniſs mit weniger Sauerſtoff, giebt für den Kohlenſtoff noch ein kleineres ſpecifiſches Brechungsvermögen; dieſes muſs daher auch mit den neuen Miſchungsverhältniſſen des kohlenſauren Gas der Fall ſeyn, welches Herr Berthollet der Sohn aus ſeinen Verſuchen ableiten wird. Daſs indeſs das hier gefundene beinahe genau iſt, zeigt ſich, wenn man darnach das

Refraction würde alſo durch die Feuchtigkeit der Luft nicht vermehrt, ſondern um etwas vermindert werden, und das zwar um ſehr viel bedeutendere Gröſsen, als nach den Vorausſetzungen des Hrn. Laplace, aber doch immer nur um ſo kleine Gröſsen, daſs ſich hieraus nicht anders, als nur nach ſehr ſorgfältigen Beobachtungen mit dem Vervielfältigungskreiſe über die Gültigkeit oder Verwerflichkeit der Dalton'ſchen Hypotheſe, und meiner Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts des Waſſerdampfs nach derſelben wird entſcheiden laſſen. Im vorigen Hefte der Annalen, wo ich dieſe Beſtimmung S. 406 nochmahls vorgetragen habe, iſt in der unterſten Zeile *des Dampfes des unter . . .* zu leſen; durch einen Druckfehler fehlen dort die beiden erſten Worte. *Gilb.*

ſpecifiſche Brechungsvermögen zuſammen geſetzter Körper berechnet, welche Kohlenſtoff enthalten, und deren Miſchungsverhältniſſe bekannt ſind.

„Hier nun“, ruft Herr Biot aus, „wird das Bedürfniſs genauer Verſuche über die Zuſammenſetzung der Körper recht fühlbar, und die ſo geringe Zahl völlig zuverläſſiger, welche wir bis jetzt beſitzen, zwingt uns ein lebhaftes Bedauern ab, daſs die Chemie in dieſer Hinſicht noch nicht weiter vorgeſchritten iſt. Doch ſind wir noch glücklich genug geweſen, daſs wir uns einiger Analyſen Lavoiſier's, Berthollet's, Fourcroy's und Vauquelin's zu unſrer Abſicht haben bedienen, und Berechnungen aus ihnen mit den Refractionsverſuchen Newton's haben vergleichen können.“

Für das *Olivenöhl* giebt Lavoiſier's Analyſe 0,21 Waſſerſtoff und 0,79 Kohlenſtoff. Das berechnete ſpecifiſche Brechungsvermögen einer ſolchen Miſchung würde ſeyn 2,5382; Newton's Beobachtungen gaben daſſelbe 2,7684.

Für den *Alkohol* giebt Lavoiſier's Analyſe 0,544 Sauerſtoff, 0,166 Waſſerſtoff und 0,29 Kohlenſtoff. Das hiernach berechnete ſpecifiſche Brechungsvermögen iſt 1,9894. „Die Verſuche Newton's,“ ſagt Herr Biot, „welche wir verificirt haben, geben 2,2223.“

Für das *arabiſche Gummi* giebt die Analyſe der Herren Fourcroy und Vauquelin 0,6538 Sauerſtoff, 0,1154 Waſſerſtoff und 0,2308 Kohlenſtoff.

ſtoff. Das hiernach berechnete ſpecifiſche Brechungsvermögen iſt 1,6931; aus Newton's Verſuche folgt 1,8826.

In allen dieſen Fällen iſt das beobachtete Brechungsvermögen gröſser als das berechnete, im ersten um $\frac{1}{12}$, im zweiten um $\frac{1}{9}$, im dritten um $\frac{1}{9}$; ſtimmt alſo ganz mit der Vorausſetzung einer Erhöhung des ſpecifiſchen Brechungsvermögens durch die Verdichtung der Beſtandtheile überein, und beſtätigt dadurch die obige Beſtimmung des Brechungsvermögens des Kohlenſtoffs. Nun aber geben Newton's Verſuche für den *Diamanten* ein ſpecifiſches Brechungsvermögen = 3,1961, welches mehr als doppelt ſo groſs iſt als das für den Kohlenſtoff gefundene = 1,4581; und jenes läſst ſich in dieſe Berechnungen nicht ſetzen, ohne alle Reſultate in Verwirrung zu bringen. Hieraus folgt, daſs der Diamant nicht reiner Kohlenſtoff ſeyn kann; daſs er gleichfalls Waſſerſtoff, und zwar wenigſtens 25 Theile in 100 enthalten muſs. — — —

Des Verſuchs mit dem *ſalzſauren Gas*, deſſen in dem Auszuge, (voriges Heft, S. 378,) gedacht wurde, geſchieht in der Abhandlung, wie ſie Herr Biot, (offenbar noch ein Mahl überarbeitet,) dem Drucke übergeben hat, nirgends Erwähnung. Was in dem Auszuge folgt, bedarf keiner weitern Zuſätze.

Herr Biot ſchlieſst mit folgender Aeuſserung über das unſterbliche Werk des Herrn Laplace,

welches die hier ſo meiſterhaft durchgeführten Unterſuchungen veranlaſst hat. „Denſelben Einfluſs äuſserten die *Principia philoſophiae naturalis mathematica* auf die Naturforſcher, welche zur Zeit Newton's lebten. Denn dieſe groſsen Werke, die voll des Geiſtes der Erfindung und der Forſchung ſind, geben denen, die über ſie nachdenken, nicht bloſs die Kenntniſs der Erfindungen; ſie zeigen ihnen auch, welches der Zweck und der Gegenſtand ihrer Arbeiten ſeyn muſs.“

(Von dem Gewichte der Luft und der Gasarten, von dem barometriſchen Coefficienten, und von dem Einfluſſe meiner Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichtes des Waſſerdampfs auf beide, im nächſten Hefte.)

III.

NACHTRAG

zu den Unterſuchungen über die Schwefel-Metalle,

vom

Profeſſor Proust,
in Madrit.

Schwefel-Zink oder Blende. *)

Der Zink vermag nicht der Kohle den Sauerſtoff ſtreitig zu machen; dieſes iſt eine bekannte Thatſache. Der Schwefel vermag das eben ſo wenig. Enthält daher die Blende Sauerſtoff, ſo muſs ſie ihn nothwendig der Kohle abtreten, wenn dieſe auf ſie einwirkt.

Ich habe gelbe durchſichtige Blende mit Tannenkohlen gepülvert eine Stunde lang in der Glühehitze erhalten, und es zeigte ſich keine Spur von ſchwefligſaurem Gas. Als ich die Mengung wuſch, um die Kohle davon zu trennen, erhielt ich die Blende unverändert wieder. Wie paſst das damit, daſs die Blende Sauerſtoff enthalten ſoll?

Ich glühte darauf 100 Gran von derſelben Blende mit 100 Gran Schwefel. Sie hatte dadurch auch

*) *Journ. de Phyſ., Fevr.* 1807, p. 150. *Gilb.*

nicht um einen Gran an Gewicht zugenommen, und ihre Farbe war unverändert. Hieraus läfst sich schliefsen: *erstens*, dafs in der Blende das Metall mit Schwefel gesättigt ist; und *zweitens*, dafs es sich darin ohne Sauerstoff befindet, denn sonst würde der Schwefel sich in diesem Falle des Sauerstoffs haben bemächtigen müssen. Ueberdies läfst daran der folgende Versuch keinen Zweifel.

Es wurden 125 Gran reinen Zinkoxyds mit eben so viel Schwefel zusammen gerieben, und mit einander erhitzt; das Produkt wog nur 116 Gran. Ich erhitzte es noch ein Mahl mit einem neuen Zusatz an Schwefel, und darauf wog es 118 Gran. Als dieses zum dritten Mahle geschah, blieb es bei diesem Gewichte von 118 Gran. — Ich habe diesen Versuch noch zwei Mahl angestellt; immer blieb das Produkt, welches dadurch entstand, bei dem Gewichte von 118 Gran stehen. Hieraus mufs man schliefsen, dafs, wofern kein Irrthum vorgegangen ist, 18 Theile *) Schwefel die Stelle von 25 Theilen Sauerstoff einnahmen, welche in diesem Oxyde condensirt waren. Ich brauche nicht erst zu bemerken, dafs sich hierbei Ströme von schwefligsaurem Gas aus dem Gefäfse ergiefsen.

*) Im französischen Originale steht die Zahl 38, unstreitig durch einen Druckfehler, da 118 zwei Mahl, und mit Worten geschrieben vorkömmt.

Gilbert.

Guyton de Morveau, glaube ich, war der rſte, der durch Erhitzung von Zinkoxyd mit chwefel den Schwefel-Zink erzeugt hat. Die ünſtliche Blende bleibt pulverulent; es ſcheint mir ber, nach der Arbeit Guyton's, daſs ſie ſchmelen kann, wenn man ſtarkes Feuer auf ſie wirken ißt. *)

Daraus, daſs die Blende durchſichtig iſt, hat nan geglaubt, ſchlieſsen zu müſſen, daſs in ihr der Zink oxydirt ſey. Aber auch das Schwefel-Queckſilber und der Schwefel-Arſenik ſind durchſichtig, nd doch ſind ſie ohne Sauerſtoff. Der Schwefel-Arſenik erträgt jeden Grad von Hitze, ohne weder eine Spur von ſchwefligſaurem Gas zu geben, noch ſeine Durchſichtigkeit zu verlieren, indeſs aus der Arſenikſäure und dem Arſenikoxyd, wenn man ſie mit Schwefel erhitzt, ſich Ströme von ſchwefligſaurem Gas ergieſsen, und ähnliche durchſcheinende

*) Man vergleiche hiermit, (voriges Heft, S. 460,) das Verhalten der Varietät Blende, welche Herr Kidd unterſucht hat. Nachdem ſie beim ſchwachen Rothglühen 0,34 an Gewicht verloren hatte, und nadelförmig ſich kryſtalliſirende Zinkblumen aus ihr aufgeſtiegen waren, und ſie nun in die ſtärkſte Hitze einer mäſsigen Schmiede gebracht wurde, ſublimirte ſich das Mineral in kleine braune prismatiſche Kryſtalle, die an den Seiten des Tiegels feſt anſaſsen, und die in allem halbdurchſichtigen Kryſtallen brauner Blende glichen. *Gilb.*

Schwefel-Verbindungen, als aus dem Arſenikmetall mit Schwefel entſtehn. In allen dieſen Schwefel-Metallen iſt daher kein Sauerſtoff vorhanden, und die Durchſichtigkeit kann hinfüro nicht weiter als ein Grund für die Behauptung angeführt werden, ein Schwefel-Metall enthalte Sauerſtoff.

Aber warum läſst ſich denn der Zink nicht unmittelbar mit Schwefel vereinigen? Ich geſtehe, daſs ich dafür keine Erklärung abſehe. Ich war Willens, den Zink mit Zinnober und andern Schwefel-Metallen zu behandeln, aber andere Gegenſtände haben mich daran gehindert.

Häufig iſt der Schwefel-Zink durch Oxyde und durch andere Schwefel-Metalle maskirt. Daher rühren die *rothen*, *ſchwarzen*, *aſchgrauen*, *grünlichen* und andern *Blenden*. Man hat daraus lauter verſchiedene Arten gemacht; das iſt gerade ſo, als wollte man in einer Naturgeſchichte der Wolle beſondere Arten aus der roth gefärbten, der ſchwarz gefärbten, der grau gefärbten und der grün gefärbten Wolle machen.

Es giebt Blenden, welche durch rothes Eiſenoxyd gefärbt ſind, und doch ſchwarz ſcheinen; ihr Pulver iſt indeſs roth. Zerlegt man ſie durch *Salzſäure*, ſo tritt dabei das Eiſen in das *Maximum* der Oxydirung zurück, weil ſich während des Auflöſens Schwefel-Waſſerſtoff bildet. Hierauf muſs man Acht haben, um ſich nicht verführen zu laſſen, Ei-

ſenoxyd im *Minimo* anzunehmen, wo die Natur Eiſenoxyd im *Maximo* hingelegt hatte.

Andere Blenden enthalten Bleioxyd oder Schwefel-Blei. Wenn man ſie mit Salzſäure angreift, ſo findet ſich das Blei ganz in der Auflöſung. Nimmt man aber Salpeterſäure, ſo muſs man es allein im Rückſtande ſuchen. Der Grund davon fällt in die Augen: der Schwefel der Blende acidifirt ſich auf Koſten der Salpeterſäure, und ſchlägt das Blei als ſchwefelſaures Blei aus der Auflöſung nieder.

Schwefel-Waſſerſtoff fällt die Zink-Auflöſungen. Er erzeugt in ihnen ein gelblich-weiſses Pulver, welches *Schwefel-Waſſerſtoff-Zink* iſt. Dieſe Fällung hat ihre Gränzen. Sticht die Säure ſtark hervor, nachdem ihr ein groſser Theil des Oxyds entzogen worden, ſo macht ſie dem Schwefel-Waſſerſtoff das übrige Oxyd ſtreitig, und die Fällung hört auf. Man muſs dann etwas Alkali zuſetzen, um den Ueberſchuſs an Säure zu neutraliſiren.

Die Schwefel-Waſſerſtoff-Alkalien gaben mit Zink-Auflöſungen denſelben Niederſchlag.

Die Salpeterſäure wirkt mit Heftigkeit auf den Schwefel-Waſſerſtoff-Zink, indem ſie den Waſſerſtoff und einen Theil des Schwefels verbrennt. Salzſäure entbindet daraus in der Kälte Schwefel-Waſſerſtoffgas in Menge.

Wird der Schwefel-Waſſerſtoff-Zink bis zum Rothglühen erhitzt, ſo verwandelt er ſich unter

Entbindung von Waſſer und ſchwefliger Säure in einfachen Schwefel-Zink oder Blende. *)

So wohl der natürliche als der künſtliche Schwefel-Zink giebt, wenn man ihn mit Salzſäure behandelt, Schwefel-Waſſerſtoffgas. In dieſem Falle iſt das Gas indeſs kein Edukt, ſondern ein Produkt, da das Waſſer der Säure ſich hierbei gerade ſo zerſetzt, als wenn man die Salzſäure auf Zink wirken läſst.

*) Es iſt alſo eine Verbindung von Zinkoxyd, nicht von reguliniſchem Zink, mit Schwefel-Waſſerſtoff, und darin dem mineraliſchen Kermes und dem Muſivgolde ähnlich. *Gilb.*

Berichtigungen für das vorige Heft.

Seite 366 Zeile 15 und 16 leſe man ſtatt: Bezeichnet man mit δ *das Verhältniſs*, — *den Verhältniſs-Quotienten*, (das heiſst, den Quotienten des Vordergliedes in das Hinterglied.)

Seite 402 Zeile 5 von unten ſetze man 0,195 ſtatt 11,195.

— 402 — 1 — — *cotg H*, ſtatt *tg H*.

— 406 — 1 — — das ſpecifiſche Gewicht des *Dampfes des* unter einem Drucke von 28″ ſiedenden Waſſers.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, SECHSTES STÜCK.

I.

BEITRÄGE über *electrisch-geographische Polarität, permanente electrische Ladung, und magnetisch-chemische Wirkungen*,

vom

Prof. ERMAN,

Mitgliede d. kön. Akad. der Wiss. zu Berlin.

(Beschluss.)

II. *Von der permanenten electrischen Ladung.*

§. Das zweite Problem, welches wir aufzulösen haben, lautete folgender Massen:

Magnetisation erzeugt *bleibende Polarität, permanirende Ladung*: sollte Electrisation so absolut verschwinden, wie wir gewöhnlich glauben? sollte eine augenblickliche Berührung mit dem unendlich

grofsen Leiter in der That hinreichen, jede Spu von Ladung zu vertilgen?

Es ift ein wefentlicher Unterfchied, dafs bei der Magnetifation die Ladung und der Gegenfatz bleibend find, dafs beide dagegen bei den electrifchen Leitern durch die erfte Berührung des Bodens verfchwinden. Diefer Unterfchied giebt uns eine gröfstmögliche Expanfibilität als den Charakter der Electricität, während dem Magnetismus eine viel befchränktere Expanfibilität eigen ift, die das einmahl geftörte Gleichgewicht nur nach langer Zeit wieder herzuftellen vermag. Es fragt fich aber, ob diefer Charakter auch durchaus gegründet, ob das Verfchwinden der electrifchen Polarität nicht vielleicht blofs fcheinbar ift? und ob man durch keine Mittel und in keinem Falle Spuren des electrifchen Gegenfatzes, der bei Leitern einmahl Statt gefunden hat, trotz der mangelnden Ifolation, wahrnehmen kann? Dafs eine folche perennirende electrifche Ladung uns dem gefuchten Uebergange aus dem electrifchen in das magnetifche Gebiet nähern würde, ift einleuchtend.

Es ift uns allerdings gelungen, durch Zufammenfetzung gewiffer *heterogener* Körper electrifche Syfteme zu bilden, die ihren Gegenfatz, (ihre Ladung,) fehr lange erhalten: es ift fogar wahrfcheinlich, dafs diefe Syfteme die Spuren der ihnen einmahl zu Theil gewordenen Ladung nach einer unendlichen, oder wenigftens nach einer eben fo langen Zeit, wie die magnetifchen Stäbe, noch zeige

würden, wenn wir die Prüfung mit hinlänglich empfindlichen Werkzeugen vornähmen. Es iſt glaublich, daſs ein Electrophor die einmahl erregte Kraft nie ganz verliert, ſo lange die Theile deſſelben unverändert beiſammen bleiben. Daſſelbe gilt von der Verſtärkungsflaſche; auch nachdem ſie entladen worden, bleibt ſie ein geladenes Electrophor, und wenn man nach Jahren die Belegungen trennte, ſo würde vermuthlich ein höchſt erregbarer Condenſator noch Spuren der Ladung offenbaren: und ein ſich ſelbſt überlaſſener leicht magnetiſcher Stahlſtab würde nach derſelben Zeit nur eben ſo ſchwache Spuren vom magnetiſchen Gegenſatze zeigen. Endlich erregt die Voltaiſche Säule eine Polarität, welche vollkommen perennirend iſt, wenn wir uns mit den geringen Graden begnügen, die ein nicht abſichtlich befeuchteter Zwiſchenleiter in ſeinem gewöhnlichen hygroſkopiſchen Zuſtande geben kann, da Marêchaux's ſo höchſt empfindliches Electrometer factiſch beweiſt, daſs die Intenſität dieſer Wirkungen innerhalb gewiſſer Gränzen ſich ſtets gleich bleibt, und keine progreſſive Abnahme erleidet.

Es kann hiernach in unſerm zweiten Probleme nicht von bleibenden Electriſationszuſtänden und Gegenſätzen überhaupt die Rede ſeyn, da wir dergleichen bereits kennen, und einige ſogar in einem höhern Grade dauern und unwandelbar ſind, als wir es beim Magnetismus ſelbſt finden. Eine trockene Säule mag iſolirt oder nicht iſolirt, geſchloſſen oder offen ſtehen, ſie verliert nichts von ihrer Kraft,

indeſs jeder Magnet, der natürliche wie der künſtliche, eine eigenthümliche Lage, Umgebung und Behandlung zur Erhaltung und Kultur ſeiner Kräfte zu erfordern ſcheint. Aber wer ſieht nicht ein, daſs der Gegenſatz des *Electrophoro perpetuo*, und des *Electromotore perpetuo*, doch nur eine trügliche, und durchaus keine wahre Aehnlichkeit mit dem bleibenden polariſirenden Gegenſatze des Magnets hat? Vielmehr führt uns die ſcheinbare Aehnlichkeit, die Statt findet, geradezu auf einen weſentlichen Unterſchied, der eben durch Beantwortung des zweiten Problems ausgeglichen werden ſoll. Die erwähnten Syſteme, die uns eine bleibende electriſche Ladung zeigen, beſtehen aus *heterogenen* Subſtanzen, welche nur durch das regelmäſsige Zuſammentreffen ihrer eigenthümlichen Wirkungen die erkünſtelte Dauer der Ladung hervor bringen; die bleibende Polarität des Magnets iſt dagegen urſprünglich, und tritt neben einer, (wenigſtens für uns,) abſoluten *Homogeneität* hervor. Die an und für ſich fortdauernde electriſche Ladung eines homogenen nicht-iſolirten Leiters, würde alſo allein die wahre Auflöſung des Problems liefern, und einen weſentlichen Uebergang zu den Geſetzen des Magnetismus geben.

14. Eine ſcheinbare Annäherung zu dieſem Uebergange finden wir gewiſſer Maſsen in der electriſchen Ladung *aller homogenen Leiter*, die man *im Freien ſenkrecht auf dem Boden errichtet*; es iſt unmöglich, ihnen, ſelbſt wenn ſie nicht iſolirt ſind,

den Gegenſatz der electriſchen Spannung zu nehmen, der nach der Richtung ihrer Länge entſteht, und der ſich durch entgegen geſetzte Divergenzen deutlich zeigt, wenn man ihren obern Theil iſolirt vom untern trennt. Aber auch dieſe perennirende Ladung der Leiter iſt offenbar durch Aufſendinge, durch Gegenwirkung anderer Körper, (Luft oder Boden,) bedingt; mit einem Worte, ſie iſt ganz gleichartig mit jeder Vertheilung, welche die Nähe eines electriſchen Körpers auf jeden Leiter nur ſo lange hervor bringt, als dieſer in der gehörigen Entfernung verweilt. Die magnetiſche Polarität, die einem Stahlſtabe ein für alle Mahl mitgetheilt wurde, beruht hingegen auf ſich ſelbſt, und iſt von jedem Aufſendinge unabhängig. Ein anderes wäre es, wenn der Leiter, der im Freien auf dem Boden ſenkrecht geſtanden hat, bleibende Spuren des electriſchen Gegenſatzes ſelbſt dann zeigte, wenn man ihn aus dieſer Stellung in irgend eine andere bringt, nach Analogie des durch Aufſtellung im magnetiſchen Meridian geladenen Eiſens. Es iſt mir aber nicht gelungen, hiervon je die mindeſte Spur wahrzunehmen. So bald der in der ſenkrechten Stellung durch Vertheilung des Bodens electriſch gewordene Leiter aus dieſer Lage entrückt wird, hört vielmehr jeder Gegenſatz augenblicklich bei ihm auf. Und eben ſo finden wir in allen bisher bekannten Erſcheinungen der gewöhnlichen Electricität, daſs an keine permanente Ladung der uniſolirten Leiter zu denken iſt.

15. Sollte aber nicht die gesuchte Dauer der Ladung sich vielleicht an der *Säule* offenbaren, die sich überhaupt näher an den Magnet anschliefst, obzwar nur scheinbar, da sie ein heterogenes System ist, wo Pole erkünstelt werden, die beim homogenen Magnete ursprüngliche Bestimmung der Kraftäufserung zu seyn scheinen? Doch hiervon abgesehen, *sollte nicht die Säule an einem metallischen Leiter, der, von Pol zu Pol angelegt, ihren Kreis geschlossen hat, eine bleibende Vertheilung wahrnehmen lassen*, die der ähnlich ist, die wir am Magnete wahrnehmen? So lange ein Stück Eisen beide Pole des Magnetes mit einander verbindet, wirkt diejenige Hälfte, die den Nordpol berührt, auch wie ein Nordpol auf die Bouffole, und die, welche mit dem Südpole in Berührung ist, wie ein Südpol. So bald man aber den Contact aufhebt, findet man, dafs die Hälfte, welche mit dem Nordpole in Berührung war, südliche Polarität erhält, und den Nordpol der Nadel anzieht, den südlichen aber abstöfst. Die absolute Möglichkeit einer solchen dauernden electrischen Ladung, mit Inversion der Pole, durch die Säule bewirkt, ist an und für sich nicht zu läugnen; aber der Grad ihrer Wahrscheinlichkeit ist äufserst geringe, da das Ausbleiben des ersten Theils der Erscheinung uns kaum erlaubt, die Existenz des zweiten zu erwarten. Es zeigen in der That die metallischen Leiter während ihrer Anlegung an die Pole der Säule durchaus keine Bipolarität; es wird vielmehr hier, wie bei dem Electrophor und der Flasche, durch sie der electrische Gegensatz so voll-

kommen ausgeglichen, dafs auf ihrer ganzen Fläche, eben ſo wenig wie an den Theilen der Säule ſelbſt, weder $+E$ noch $-E$ wahrzunehmen iſt. Es wäre alſo höchſt paradox, wenn ſich im Momente der Trennung ein Gegenſatz erzeugen ſollte, und zwar mit Inverſion der Polarität.

Doch analogiſche Schlüſſe können nicht gegen Erfahrungen beſtehen, und in Herrn Ritter's *Syſtem der electriſchen Körper* finden wir Erfahrungen aufgeſtellt, die von der entſchiedenſten Wichtigkeit ſind, da ſie die Realität eben dieſer durch die Säule erzeugten perennirenden Ladung eines iſolirten Leiters mit Inverſion der Pole beweiſen würden. Folgende Stelle enthält das Weſentliche dieſer Entdeckung, nebſt mehrern nicht minder wichtigen Erſcheinungen.

„Dieſe künſtliche Nadel wird bereitet, indem man „eine 4 bis 6 Zoll lange Nadel von Kupfer, Silber oder „Gold, z. B., zwiſchen Waſſer und Waſſer in den Krei„ſe einer ſtarken Säule bringt, und 10 bis 15 Minuten „in demſelben verweilen läſst. Sie wird *geladen*, das „iſt, ſie iſt im Kreiſe der Säule mit vorherrſchender „*unbedingter* Erregung zugegen, und die daraus für ſie „erfolgenden Modificationen, (ſiehe S. 330 — 332,) „werden zu mehr oder weniger bleibenden. Ihre in„nern chemiſchen Veränderungen beſtehen in Oxyge„nation für die Seite, die früher *Hydrogen gab*, und *Hy„drogenation* für die, mit der ſie früher *Oxygen gab*. Es „iſt alſo alles an ihr, was an jener natürlichen electriſchen „Nadel zugegen ſeyn kann. Und aufgeſtellt vermittelſt „eines Achathuts auf dem gehörigen Stativ zur freien „Bewegung, behauptet ſie, unter einer Glasglocke ver

„Luftzug geſchützt, nach Oſcillationen eine *Richtung*, „welche ich zwar nicht auf den Grad beſtimmen konn„te, die aber doch conſtant noch zwiſchen *Nord - Nord-* „*Oſt* und *Nord - Oſt* und zwiſchen *Süd - Südweſt* und *Süd-* „*weſt* gefallen iſt. Sie giebt hierdurch einen *Electricis-* „*mus der Erde* an, wie wir einen Magnetismus der„ſelben längſt ſchon kannten. Seine Achſe aber iſt ver„ſchieden von der, die letzterm zukommt. Ich habe „dieſe im Auguſt 1803 entdeckte neue Polarität der Er„de bereits aufs mannigfachſte und auf vielen andern „Wegen unterſucht und beſtimmt. Das Reſultat iſt, daſs „ſie während verſchiedener Jahrszeiten und zu ver„ſchiedenen Zeiten des Tages, und wieder an den ver„ſchiedenſten Orten, (im Zimmer wie im Freien,) ſich „nahe in derſelben Richtung behauptet hat, und ihre „Neigungslinie bei uns mit dem ſüdlichen Horizonte „unter ihm einen Winkel macht, der über 50° beträgt. „In dieſer electriſchen Inclinationslinie lagern ſich alle „auf vorige Art geladene Metallnadeln, wenn ſie auf „Art magnetiſcher Inclinaſionsnadeln aufgehangen ſind, „mehr oder weniger ſcharf; in ihr erhalten, an ſich „völlig neutrale Ladungsſäulen das Maximum von ihrer „wirklichen Ladung, was überhaupt die bloſse Lage „in ihnen erzeugen kann: in ihr bekommt jeder Kör„per ein Maximum electriſcher Polarität; und ein feuch„tes iſolirt aufgehangenes Seil von 5 bis 6 Fuſs Länge „iſt different genug geworden, um mit ſeinen beiden „Enden ſich gegen erregbare thieriſche Präparate, wie „eine Kette aus zwei verſchiedenen Metallen zu verhal„ten. Ich werde zu ſeiner Zeit umſtändlicher von allem „dieſem handeln und die dazu gehörigen Verſuche und „Apparate detaillirt genug beſchreiben, um die Sache „zum Gegenſtande einer allgemeinern Beſchreibung zu „machen.“

(Ritter's *Syſtem der electriſchen Körper*, S. 383.)

Als Kennzeichen dieſer perennirenden Ladung wird von Herrn Ritter an andern Stellen angegeben: daſs ein vollkommen homogener Metallleiter, nachdem er als ſchlieſsendes Glied angewendet worden, nunmehr den Condenſator mit entgegen geſetzten Electricitäten lade, je nachdem er ihn mit dieſem oder mit jenem Ende berührt; und daſs ein Metallſtab, der an und für ſich wegen ſeiner Homogeneität keine Contractionen giebt, dieſelben fortdauernd, auch ohne irgend eine Iſolation, in einem ausgezeichneten Grade gewährt, wenn er während 10 oder 15 Min. den Kreis der Säule geſchloſſen hat.

16. Eine ſo wichtige Modification der electriſchen Kraft, wo die für charakteriſtiſch gehaltene Expanſibilität verſchwindet, um einer dauernden Störung des Gleichgewichts Platz zu machen, ohne äuſsere Einwirkung und trotz der vollkommenſten Homogeneität, war wohl geeignet, mir die gröſstmögliche Genauigkeit bei Prüfung der Thatſachen zum Geſetz zu machen. Deſſen ungeachtet, und ob es gleich an ernſter Anſtrengung von meiner Seite nicht gefehlt hat, muſs ich doch geſtehen, *daſs es mir zur Zeit durchaus nicht gelungen iſt, obige Sätze durch eigne Anſchauung beſtätigen zu können.*

Sollte vielleicht folgendes Miſsverſtändniſs hier obwalten?

Wenn der Metallleiter von Pol zu Pol als ſchlieſsendes Glied *trocken* angelegt wird, das heiſst ſo, daſs er nach der Trennung die voll-

kommene Homogeneität, die ihm vorher zukam, behält, ſo iſt auch nicht die mindeſte Spur einer Verſchiedenheit in der eigenthümlichen Wirkung ſeiner beiden Enden wahrzunehmen: er zeigt nach der Trennung am Condenſator und am Froſchpräparate die vollkommenſte Indifferenz. So oft aber während der Application, durch Vermittelung eines *feuchten* Leiters, ſolche Umſtände eintraten, die durch chemiſche Einwirkungen, (durch Hydrogenation und Oxygenation und meiſten Theils auch durch Erzeugung von Säure oder Alkali,) die Homogeneität des Leiters an ſeinen entgegen geſetzten Enden umſtimmten, — zeigen ſich allerdings, und wie es ganz natürlich iſt, nach der Trennung einige Wirkungen, welche der hervor gebrachten Heterogeneität entſprechen. Es giebt aber ſehr leichte Mittel, zu zeigen, daſs ſelbſt in dieſem Falle die Wirkung durchaus nicht von einer eigentlichen perennirenden Ladung abzuleiten iſt. Die Wichtigkeit der Sache macht es mir zur Pflicht, mich hier etwas umſtändlicher in das Detail meiner prüfenden Verſuche einzulaſſen, in der Hoffnung, daſs mehrere Phyſiker ſich mit denſelben Unterſuchungen beſchäftigen werden, um meine Reſultate zu widerlegen oder zu beſtätigen. Am beſten und ſicherſten würde uns wohl der Verfaſſer des Syſtems der electriſchen Körper ſelbſt, die Fehler aufdecken können, die ich begangen haben mag, und die mich auf Abwege gebracht haben könnten.

Ein Zinkſtab, $4\frac{1}{2}$ Zoll lang und 1 Linie dick, er ſo eben in Kreide gegoſſen worden, und weder it der Säule noch mit irgend einem Metalle in Berührung gekommen war, wurde mit dem Condenſator durch Vermittelung eines Streifen feuchten Papiers in Verbindung gebracht. Weder das eine noch das andere Ende deſſelben bewirkte eine wahrnehmbare Ladung des Inſtruments. Dieſer Stab wurde nun in ſeiner Mitte mit einer iſolirenden Handhabe verſehen, und ſo auf die Polarſtücke einer iſolirten ſehr thätigen Zink-Silber-Säule von 200 Lagen gelegt. Man verſicherte ſich durch Zuziehung des Electrometers, daſs der Kreis in der That geſchloſſen war, und daſs folglich der Zinkſtab nicht etwa durch unvollkommene Berührungen dem einen Pole mehr wie dem andern zugehörte. Nachdem der Zinkſtab $1\frac{1}{2}$ Stunden in dieſer Lage geblieben war, wurde er iſolirt abgehoben, und zwar mit groſser Vorſicht, um ihm nicht etwa, trotz der Iſolation, eine von der einſeitigen Einwirkung des zuletzt berührten Pols herrührende zufällige Ladung mitzutheilen, und darauf das eine Ende des Stabes durch Vermittelung eines feuchten Papiers an den Condenſator gebracht. Es fand ſich aber, daſs der Stab durch ſeine Lage in der Säule durchaus keine dauernde Ladung erhalten hatte, denn in ähnlichen Verſuchen, deren 4 ſich auf die Prüfung des mit dem +-Pol in Verbindung geweſenen Endes, und 4 auf die des entgegen geſetzten Endes bezogen, fand ſich am Condenſator gar keine Spur von

entgegen gesetzten Electricitäten, weder mit ohne Inversion der Polarität.

Dasselbe fand Statt bei Drähten von Silber, tin und Graphit.

Oft geschah es zwar, wenn man, um die fung abzukürzen, die Versuche viel schneller einander folgen liefs, dafs nach mehrern Wie hohlungen einige Spur von Electricität entstand war aber blofs zufällig, und rührte lediglich von der geringen, sehr gewöhnlichen und bei unvermeidlichen electrophorischen Erregung condensirenden Substanz. Dieses war daraus z sehen, dafs die äufserst schwachen Divergenzen mer erst nach vielen Wiederhohlungen anfin wahrnehmbar zu seyn, und dann fortschreitend nahmen. Diese zufällige Divergenz war übrig wenn sie entstand, stets gleichartig, man mo den Condensator mit dem einen oder mit dem dern Ende des Stabes berühren.

Es gelang also nie, durch Hülfe einer sta Säule irgend eine bleibende Ladung eines met nen Leiters zu bewirken, wenn die Application, s sagen, auf *trockenem* Wege, das heifst, so gesc dafs keine chemische Heterogeneität den Enden Leiters mitgetheilt wurde. In mehrern Versuc behandelte ich den Leiter auch unisolirt, doch derte dieser Umstand, wie leicht zu vermut durchaus nichts an dem Erfolge.

Wurde statt des an sich etwas unzuverläfs Condensators das viel empfindlichere Nervenpr

rat zur Prüfung angewendet, ſo fand ſich eben ſo, daſs metalliſche Leiter, deren Enden vorher keine Contractionen hervor gebracht hatten, ebenfalls keine gaben, wenn ſie auch noch ſo lange mit den Polarſtücken der kräftigſten Säule in trockener Berührung geblieben waren. Auch dieſes ſo äuſserſt empfindliche Reagens zeigte alſo keine Spur einer dauernden Ladung der Metalle, ſelbſt nicht unmittelbar nach der Trennung, und bei vollkommener Iſolation des Metalles.

Drähte von Zink, von Platin und von Gold wurden zu dieſer Prüfung mit gleichem Erfolge angewendet. Ein 2½ Zoll langes Prisma, das aus der Mitte eines ſchönen Stücks ſehr reinen engliſchen Graphits geſchnitten worden war, gab vor der Application an die Säule, wenn die beiden Enden deſſelben an Muskel und Nerven angelegt wurden, keine Contractionen, ausgenommen an einem einzigen Punkte der Endfläche; dieſer Punkt erregte aber die allerſtärkſten Zuckungen, ohne daſs man ſelbſt mit bewaffnetem Auge die Heterogeneität entdecken konnte, welche dieſe Erſcheinung bedingte. Nachdem dieſer Graphitſtab den Kreis trocken geſchloſſen hatte, fand ſich nach wie vor die Fähigkeit, Contractionen zu erregen, auf dieſen einzigen Punkt beſchränkt, und von einer bleibenden electriſchen Ladung war nicht die mindeſte Spur zu entdecken.

Doch hiermit iſt noch nicht entſchieden, ob eine bleibende perennirende electriſche Ladung nicht unter gewiſſen andern Bedingungen Statt finden

würde: vielmehr ist die ausdrückliche Bedingung, die wir im *Systeme der electrischen Körper* für diese Wirkung vorgeschrieben finden, die, dafs der Leiter *zwischen Wasser und Wasser* angelegt werde. Es ist aber leicht einzusehen, dafs eine homogene Metallnadel, welche zuvor keine Contractionen gab, solche allerdings verursachen mufs, wenn ihre Enden auf feuchten Leitern ruhend, den Kreis einer thätigen Säule während 10 bis 15 Minuten geschlossen haben. Die chemischen Prozesse, welche hierdurch eingeleitet werden, sind bedeutend genug, um in einer viel kürzern Zeit eine ausgezeichnete oberflächliche Heterogeneität beider Enden der Metallnadel zu bewirken. So fand ich es in der That: es war sogar hinlänglich, nur das eine Ende des schliefsenden Metallstabes auf dem feuchten Leiter des einen Pols ruhen zu lassen, während das andere auf dem metallischen Polarstücke trocken lag, um durch das homogenste Metall Contractionen zu erhalten. Folgende Thatsachen beweisen aber, dafs diese Wirkung blofs auf der erwähnten oberflächlichen Heterogeneität, nicht aber auf einer wahren dauernden electrischen Ladung beruht habe.

Eine Platinnadel gab an und für sich keine Contractionen. Nachdem man sie auf die trockenen Polarstücke der Säule gelegt hatte, gab sie ebenfalls keine. Wurde aber an einem ihrer Enden ein feuchter Leiter während der Schliefsung untergelegt, so gab der Draht augenblicklich sehr heftige Contractionen: wusch man aber das Ende, welches auf

m feuchten Leiter gelegen hatte, durch hin- und rſchwenken in reinem Waſſer ab, ſo war augenicklich die vorige Homogeneität wieder hergeſtellt, id jede phyſiologiſche Wirkung verſchwand.

Noch in die Augen fallender ſcheint mir folgener Beweis. Ein Platindraht, der im natürlichen uſtande keine Contractionen gab, wurde aus freier and ſo gehalten, daſs eins ſeiner Enden auf dem uchten Leiter des einen Pols, in einiger Entferung von der Stelle ruhete, wo ein anderer von Pol u Pol angelegter Draht an demſelben feuchten Leiter die Säule ſchloſs. Ob hier gleich an keine galani'ſche Ladung des Platindrahts zu denken war, da r ganz und gar nicht mit in den Kreis gezogen wurde, ſo hatte doch das Ende deſſelben, welches den uchten Leiter berührte, von den chemiſchen Produkten der Waſſerzerſetzung jedes Mahl ſo viel zufälige Heterogeneität erhalten; daſs der Draht nunmehr as Nervenpräparat auf das kräftigſte erregte; aber nan benahm ihm ebenfalls dieſe Eigenſchaft durch loſses abſpülen mit reinem Waſſer.

Es ſcheint mir wahrſcheinlich, daſs dieſe chemiſche Modification die Behauptung veranlaſst habe, laſs Leiter durch Vermittelung der Säule eine bleibende Ladung anzunehmen vermögen. Iſt das wirklich der Fall, ſo begreift man leicht, wie dieſe erlangte Eigenſchaft ohne eigentlich ſo genannte Iſolation ſich erhalten kann. Daſs ſie ſich aber leicht verlieren müſſe, wenn der Oberfläche des Leiters durch häufiges Betaſten und Berühren das anhängen-

de Heterogene geraubt wird, ſcheint mir eben ſo wahrſcheinlich, und den obigen Verſuchen ganz analog. Ich hatte einſt Gelegenheit, zwei Nadeln zu prüfen, die Hr. Ritter 14 Tage vorher an einer Säule von 60 Lagen Zink-Kupfer, von 28 bis 30 par. Quadratzoll Plattenfläche geladen, und nachher in einem Briefe einem gemeinſchaftlichen Freunde überſendet hatte. An der einen, die ein Platindraht war, $2\frac{1}{2}$ par. Zoll lang, und ungefähr $\frac{1}{8}$ Linie dick, fanden wir durchaus keine Spur von Heterogeneität oder Polarität, wie man es nennen will; ſie gab keine Contractionen, obgleich das Froſchpräparat durch andere Prüfungen eine ausgezeichnete Erregbarkeit zeigte. Die andere Nadel hingegen, ein Stift Graphit, $\frac{5}{4}$ Zoll lang und beiläufig $\frac{1}{3}$ Linie dick, aus einer Bleifeder geſchnitten, reitzte allerdings denſelben Froſch ſehr kräftig. Es läſst ſich aber nicht mit Beſtimmtheit behaupten, ob nicht vielleicht zufällig dieſer Graphitſtift dieſelbe urſprüngliche Heterogeneität beſaſs, die ich in dem vorhin erwähnten Prisma angetroffen habe, das ich mit der gröſsten Sorgfalt aus dem Innern meines Foſſils geſchnitten hatte. Vielleicht hatten auch die chemiſchen Wirkungen, bei der lockern Textur des Graphits, zufällig etwas tiefer eingegriffen, als beim dichtern Platin. Man bemerkte in der That an der einen Spitze des Stifts eine eigenthümliche Färbung; ſie ſchien gewiſſer Maſsen bunt angelaufen zu ſeyn.

Weder dieſe früher geladenen Nadeln, noch die, welche ich eben erſt aus dem Kreiſe der Säule nahm, zeig-

zeigten je am Condenſator irgend einen wahrnehmbaren Unterſchied ihres relativen electriſchen Zuſtandes. Die beiden Enden einer ſolchen Nadel erregten nie entgegen geſetzte Electricitäten am Condenſator, eben ſo wenig wie die beiden Enden der vorher erwähnten Nadeln, die den galvani'ſchen Kreis der Säule ohne Dazwiſchenkunft eines feuchten Leiters geſchloſſen hatten. Dieſer letzte Umſtand iſt auffallend, wenn man will; er wäre es aber viel mehr, wenn wir nicht wüſsten, wie auſserordentlich viel feiner die Angaben des Nervenpräparats, als die des beſten Condenſators ſind. Ich glaube wenigſtens kaum, daſs die Schuld an den Werkzeugen, die ich anwendete, gelegen habe. Es waren vier vorzüglich gute Condenſatoren, unter denen ich jedes Mahl durch vorläufige Prüfung denjenigen wählte, der ſich eben im Zuſtande des beſten Wirkens befand.

17. Was die *Richtung* betrifft, welche homogene Metallnadeln annehmen ſollen, nachdem man ſie als ſchlieſsendes Glied der Säule gebraucht hat, ſo muſs ich geſtehen, daſs es mir trotz aller Bemühungen eben ſo wenig gelungen iſt, an ihnen, als bei den heterogenen einfachen galvani'ſchen Ketten, irgend ein Streben nach einer beſtimmten Richtung wahrzunehmen. Eine ſilberne Nadel von mehr als 6 Zoll Länge, die ein ſehr fleiſsig gearbeitetes Hütchen von Chryſopras erhalten hatte, und ſich auf einer höchſt zarten Spitze drehte, wurde ſo wohl nach der trockenen, als nach der feuchten Schlie-

ſung einer ſehr thätigen Säule, unter einer Glasglocke aufgeſtellt. Sie zeigte aber jedes Mahl eine vollkommene Indifferenz der Richtung, ſo daſs ich das ſo merkwürdige Phänomen einer electriſchen Einſpielung mit öſtlicher Abweichung und ſüdlicher Neigung, weder bei dieſer Nadel gewahr wurde, noch bei andern Nadeln von Platin, Zink oder Kupfer, die ich zur beſſern Prüfung der etwanigen Inclination nach Art der Drehungswagen an ſeidenen Fäden, wie ſie der Wurm geſponnen, aufgehängt hatte.

18. Eben ſo wenig iſt es mir gelungen, den electriſchen Zuſtand eines feuchten Leiters durch bloſse Ausſpannung in dem angeblichen *electriſchen Meridiane* zu bewirken. Ein neues hanfenes Seil, 6 Fuſs lang, war zwei Tage hindurch in Waſſer eingeweicht worden. Das überflüſſige Waſſer wurde durch Ausſchwenken entfernt, und das Seil an einem friſchen Froſchpräparat geprüft; es erregte in demſelben auf keine Weiſe Zuckungen. Nun wurde an jedes Ende des Seils eine trockene gut iſolirende Schnur von 5 Fuſs Länge angeknüpft, und das Ganze im freien Felde in einer Richtung von *Nordoſt gen Nord* zu *Südweſt gen Süd* ſo ausgeſpannt, daſs die ganze Leine, vom Pflocke, der in die Erde getrieben war, bis zum Pfoſten, an den das andere Ende befeſtigt wurde, einen Winkel von 55° mit dem Horizonte machte, und zwar war der nach Süden gerichtete Theil der fallende. In dieſer Stellung verblieb das hanfene Seil während 6

nden. Nun ſchnitt ich es ſchnell von ſeinen
nüren ab, ergriff die beiden Enden iſolirend, und
rührte damit Nerven und Muskel eines ſo eben
präparirten Froſches. Es erſchien aber nicht die
indeſte Wirkung. Dieſes iſt indeſs kein Beweis,
ſs die Ausſpannung des Seils in der angege-
nen Richtung nicht hinreiche, um eine Pola-
tät hervor zu bringen; denn wenn man das ſehr
gränzte Leitungsvermögen des bipolaren feuchten
ils erwägt, ſo wird man leicht einſehen, daſs
er keine galvani'ſche Contractionen Statt finden
nnen, wenn auch die beiden Enden des Seils ei-
n ganz ausnehmend ſtarke Polarität wirklich an-
nommen hätten. Es zeigten ſich auch in der
hat durchaus keine Contractionen, als ich mit
wei heterogenen an den Enden des Seils befeſtig-
n Metallen, durch Vermittelung des Seils, an
erven und Muskel ſchloſs. Möglich iſt es, daſs
den Verſuchen, auf die ſich hier das *electriſche*
ſtem beruft, eine Täuſchung Statt gefunden ha-
, ſo daſs vielleicht eine Contraction durch blo-
en mechaniſchen Reiz für eine galvaniſch-bedingte
geſehen wurde.

I. *Von den chemiſchen Wirkungen des Magnetismus.*

19. Sollte die magnetiſche Kraft durchaus ohne
nfluſs auf chemiſche Verwandtſchaft ſeyn? Dieſes
; die dritte Frage, auf die es hier ankömmt.

Wie mächtig Licht, Wärme und Electricität in die Verwandtſchaften der Körper eingreifen, iſt bekannt: es ſcheint ſehr unwahrſcheinlich zu ſeyn, daſs der Magnetismus allein eine Ausnahme machen ſollte. Die chemiſche Beſchaffenheit der Körper hat auf die Magnetiſation einen ſo ausgezeichneten Einfluſs; muſs man nicht muthmaſsen, daſs umgekehrt auch die erregte magnetiſche Kraft auf die chemiſche Conſtitution einwirken müſſe? Doch die Mittel, dieſen Einfluſs unmittelbar wahrzunehmen, werden vermuthlich unſrer Analyſe noch lange entzogen bleiben. Gerade ſo wiſſen wir, daſs ein gegebenes Verhältniſs, ein gewiſſer chemiſcher Zuſtand der ſpecifiſch verſchiedenen Glasarten, auf die Anziehung und die daraus erfolgende Brechung und Spaltung des Lichtes einen entſcheidenden Einfluſs haben. Ob aber und wie das Glas durch das hindurch ſtrömende Licht chemiſch verändert wird, darüber haben wir nicht einmahl Muthmaſsungen; obzwar eine ſolche durch das Licht bewirkte Modification beim Glaſe eben ſo denkbar iſt, wie bei der Kryſtallinſe, wo man doch glaubt, ſie beobachten zu können.

20. Dürfte es uns gleich eben ſo wenig gelingen, den verſchiedenen chemiſchen Zuſtand des Stahls, wenn er magnetiſirt und wenn er nicht magnetiſirt iſt, direct wahrzunehmen, als das mit der chemiſchen Conſtitution eines und deſſelben Metalles mit und ohne erregte Electricität für immer der Fall ſeyn möchte; ſo bleibt uns doch die Hoffnung unbenommen, daſs mittelbar, und bei Einwirkungen des ma-

gnetifirten Metalles auf gewiſſe andere Körper, endlich Verſchiedenheiten ans Licht treten werden, die der magnetiſchen Polarität entſprechen. Die vielen unerwarteten durch die Pole der electriſchen Säule bedingten Zerſetzungen ſind ganz dazu geeignet, dieſe Hoffnungen zu beleben. Aus dem bisherigen Mangel an Erfolg ſcheint zu ergehen, daſs, um den Faden erſt anzuknüpfen, ſehr mächtige magnetiſche Apparate, den Knightiſchen an Kraft gleich und wo möglich noch überlegen, erforderlich ſind: auch iſt es vielleicht nöthig, ihre Wirkung auf die verſchiedenſten Subſtanzen in ſehr verſchiedenen Temperaturen zu prüfen, um der Wiſſenſchaft den Triumph zu erringen, dem Magnetismus endlich, nach Jahrhunderten, eine neue Anſicht abgewonnen zu haben. Vielleicht bleiben wir von dieſem erhabenen Ziele nur deſshalb entfernt, weil dieſe beiden Bedingungen nicht in Erfüllung gebracht ſind; denn bisher hat man nur ohnmächtige Magnete und zwar beinahe ausſchlieſsend auf Zerſetzung des Waſſers und des atmoſphäriſchen Waſſerdampfs geprüft.

Daſs man auf dieſem Wege kein poſitives Reſultat bis jetzt erhalten hat, iſt man, meines Erachtens, zu behaupten berechtigt. Ich beobachtete ſeit einigen Jahren mehrere Nadeln und ſieben Magnete, theils Stäbe, theils Hufeiſen, von ſehr verſchiedenen Kräften, deren Intenſität zwiſchen 15 bis 1 Pfund Belaſtung fällt, habe aber nie wahrgenommen, daſs durch Zerſetzung des atmoſphäriſchen Waſſerdampfs an dem einen Pole mit Beſtimmtheit das

Oxyd früher oder häufiger als an dem andern entſtanden wäre. Den Extremitäten dieſer Magnete wurde einige Mahl während dieſer Zeit der vollkommene metalliſche Glanz wieder ertheilt, und nachher wurden ſie alle zugleich derſelben feuchten Luft ausgeſetzt, ohne daſs die von einigen Phyſikern behauptete ſtärkere Oxydation je ſich an einem der Pole vorzugsweiſe gezeigt hätte.

Sehr oft wurden völlig gleiche und gleich blanke Stahldrähte an die Pole des 15 Pfund tragenden Hufeiſens angelegt, und die beiden Spitzen der Drähte gleich tief in Waſſer getaucht, das über einer Queckſilberfläche ſtand. Bei der vollkommenen Ruhe, in der ich dieſe Zuſammenſtellung erhielt, ſenkte ſich bald das erzeugte Eiſenoxyd von jeder Spitze auf die glatte Fläche des Queckſilbers, und bildete darauf zwei vollkommene Kreiſe, ohne daſs ich je, weder in der frühern Erſcheinung des Oxyds, noch im Durchmeſſer der Kreiſe nach mehrern Stunden und Tagen, irgend einen Unterſchied wahrgenommen hätte, der ſich auf die verſchiedene Polarität der beiden Drähte auch nur mit einem Anſcheine von Beſtimmtheit bezogen hätte.

Daſſelbe geſchah, als ich ſtatt der Queckſilberfläche einen ſehr gut polirten Stahlſpiegel wählte, um den durch Waſſer unterbrochenen magnetiſchen Kreis durch ſeine Vermittelung zu ſchlieſsen. Auch hier gab die ſüdliche und die nördliche Stahlſpitze keinen wahrnehmbaren Unterſchied in der Menge des erzeugten Oxyds.

Eben ſo wenig konnte ich durch Anwendung ei-
iger Neutralſalze und mehrerer Säuren, die ich in
ieſen Verſuchen anſtatt des reinen Waſſers ge-
rauchte, eine befriedigende Anzeige von chemiſcher
Virkung des Magnetismus entdecken.

Daſs in ähnlichen Verſuchen keine dem Waſſer
urch Magnetismus entlockte Gasart zum Vorſchei-
e komme, haben auch die Herren Lüdicke und
teinhäuſer früher gelehrt, und ihr Reſultat
timmt durchaus mit dem meiner mit den ihrigen
leichzeitigen und auch meiner ſpätern Prüfungen
berein.

Die früher angedeuteten Gründe ſcheinen mir
ennoch ſtark genug, um uns die Pflicht aufzule-
en, uns mit dieſen negativen Reſultaten nicht zu
egnügen, und die wichtige Sache noch nicht als ab-
ethan anzuſehen. Wir müſſen vielmehr immerfort
offen, daſs es endlich einem beſſer ausgerüſteten
lücken werde, chemiſche Wirkungen des Magne-
ismus zu entdecken, und dadurch ſich in den Jahr-
üchern der Wiſſenſchaft einen unſterblichen Ruhm
u erwerben.

21. Ich beſchlieſse dieſen Bericht meiner prü-
enden Verſuche, der den Leſer vielleicht um ſo
ehr gelangweilt hat, je gewiſſenhafter er iſt, da-
it, daſs ich noch einer Unterſuchung erwähne,
eren Erfolg ebenfalls meinen Hoffnungen nicht ent-
rochen hat, und die manchem vielleicht ſcheinen
ürfte, an das Sonderbare zu gränzen. Es ſchien
ir nämlich nicht unmöglich, daſs der Magnetis-
us, wenn er durch leuchtende Wärme zerſtört

wird, in dem Momente, wo vermuthlich ſeine Expanſibilität durch Einwirkung von Licht und Wärme geſteigert wird, als dasjenige entweiche, was mit ihm eine ſo groſse Aehnlichkeit hat, und von ihm meiſten Theils durch höhere Expanſibilität ſich unterſcheidet. Ich nehme keinen Anſtand, zu geſtehen, daſs ich geſucht habe, dieſe höchſt ſanguiniſche Hoffnung einer durch chemiſche Potenzen bedingten Umwandlung des Magnetismus in Electricität, wo möglich zu realiſiren; und daſs ich ſogar, trotz des bisherigen Miſsglückens, dieſe Hoffnung noch nicht ganz aufgegeben habe.

Es wurde ein ſtarker hufeiſenförmiger Magnet gut iſolirt, und ſeine beiden Pole wurden durch zwei Stahldrähte mit einer weiſs glühenden, ebenfalls vollkommen iſolirten Maſſe Eiſen verbunden: ich hoffte, daſs dieſer glühende Contact entweder an ſich ſelbſt, oder an der von ihm entweichenden Luft, Zeichen von Electriſation geben würde. Es iſt mir aber bis jetzt nie gelungen, ſelbſt mit Hülfe des Condenſators, auch nur eine Spur davon wahrzunehmen. Allerdings wäre es rathſamer geweſen, die Totalität des Magnets, und nicht bloſs einen Theil ſeiner Kraftäuſserung durch Glühehitze zu behandeln: ich fand aber dabei eine Schwierigkeit, die ich nicht zu überwinden wuſste. Die zum Durchheitzen des Magnets angewendeten Kohlen heben eines Theils die Iſolirung auf, und erregen andern Theils durch ihre Verdampfung eine Electricität, welche leicht den irrigen Wahn eines geglück

n Erfolgs erzeugen könnte; dagegen iſt es leicht, is Eiſen erſt in den iſolirten magnetiſchen-Kreis ufzunehmen, wenn es bereits ſo eben den höchſten rad der Glühehitze angenommen hat. Wer indeſs inen ſehr kleinen kräftigen Magneten, einen natürlichen oder beſſer noch einen künſtlichen, beſäſse, nd Gelegenheit hätte, ihn im Focus eines groſsen Brennglaſes oder eines Brennſpiegels ſehr ſtark zu rhitzen, ſollte es doch verſuchen, dieſes Glühen uf der Deckplatte eines Luftelectrophors vorzunehmen, mit allen den Vergleichungen und Rückſichten, deren es hier allerdings viele giebt. Da, wo uns alles fehl ſchlägt, und uns doch am guten Erfolge ſo unendlich viel gelegen iſt, müſſen wir mitunter ſelbſt das Allerunwahrſcheinlichſte nicht ungeprüft verwerfen.

ziehung einfacher ſeyn möchten, als wir bisher geglaubt haben.

Folgender Verſuch zeigt, daſs nicht bloſs der Stoſs elaſtiſcher Theilchen jene Vertreibung verurſacht. Man gieſse eine Schicht von Terpenthinöhl auf eine Quarzplatte und tropfe Weingeiſt mit Lackmus gefärbt darauf, ſo wird man es mit einiger Behutſamkeit leicht dahin bringen können, daſs der Tropfen auf dem Oehle ſchwimmt, ohne es zu vertreiben. So bald aber der Tropfen von einer gröſsern Höhe herab fällt, ſo daſs er den Stein berührt, geht die Vertreibung ſchnell von Statten. Wirkte hier nur der Stoſs ausſtrömender Theilchen, ſo ſieht man nicht ein, warum die Wirkung erſt bei der Berührung des kalten Steins, (die Verſuche wurden oft mit ſehr kalten Steinen angeſtellt,) erfolgt.

Bis zum Sieden erhitztes Waſſer wirkt nicht mehr und nicht anders, als kaltes Waſſer; ebenfalls ein bedeutender Grund gegen die erwähnte Meinung.

Wenn auch bei dem erſten Blicke die Reihe der Vertreibungen ſich nach der Flüchtigkeit richtet, ſo leidet doch dieſes manche Ausnahmen. Reines Ammonium treibt nach meinen Verſuchen eine Kaliauflöſung nicht fort, und iſt doch viel flüchtiger als dieſe. Andere Gründe hat bereits Carradori angegeben.

Obgleich alſo der Stoſs flüchtiger Theilchen keinesweges die einzige Urſache jener Erſcheinungen

die Adhäsion der tropfbaren Körper mit festen ganz aus der Acht gelassen.

Die Erfolge zeigen sich auf *festen* Körpern verschieden von den Erfolgen auf tropfbaren. Es entsteht nämlich um den Körper, welcher den andern vertreibt, eine trockene Stelle, und der letztere scheint sich von jenem in einiger Entfernung zurück zu ziehen. Prevost hält dieses für eine blosse Folge der ausströmenden, riechenden Theilchen; Carradori sieht auch hier eine Wahlanziehung, und bringt sehr überzeugende Gründe gegen Prevost vor. Das wichtigste, was Prevost anführt, und was einen grosen Schein hat, besteht darin, dass es einerlei sey, auf welchem Körper man die Versuche anstelle, und dass z. B. Weingeist das Oehl und das Wasser von einer Glasplatte wie von einer Eisplatte zurück treibe.

Im Ganzen ist dieses richtig. Ich habe Versuche auf Platten von Glas, Quarz, Chalcedon, Serpentin, Marmor, Alabaster, Steinsalz und Perlmutter angestellt, und dieselbe Folge gefunden. Nur ist die Geschwindigkeit, womit die Vertreibung geschieht, verschieden; sie geht auf Glas viel schneller vor sich, als auf Quarz. Auch in Rücksicht der flüssigen Körper stimmen meine Versuche mit Prevost's Angaben, (siehe *Annalen* am angef. Orte, S. 180,) ziemlich überein, nur kann man zwischen Weingeist und Wasser noch die Säuren einschieben. Aber aus dieser beständigen Folge läfst sich weiter nichts herleiten, als dass die Gesetze der Wahlan-

ziehung einfacher ſeyn möchten, als wir bisher geglaubt haben.

Folgender Verſuch zeigt, daſs nicht bloſs der Stoſs elaſtiſcher Theilchen jene Vertreibung verurſacht. Man gieſse eine Schicht von Terpenthinöhl auf eine Quarzplatte und tropfe Weingeiſt mit Lackmus gefärbt darauf, ſo wird man es mit einiger Behutſamkeit leicht dahin bringen können, daſs der Tropfen auf dem Oehle ſchwimmt, ohne es zu vertreiben. So bald aber der Tropfen von einer gröſsern Höhe herab fällt, ſo daſs er den Stein berührt, geht die Vertreibung ſchnell von Statten. Wirkte hier nur der Stoſs ausſtrömender Theilchen, ſo ſieht man nicht ein, warum die Wirkung erſt bei der Berührung des kalten Steins, (die Verſuche wurden oft mit ſehr kalten Steinen angeſtellt,) erfolgt.

Bis zum Sieden erhitztes Waſſer wirkt nicht mehr und nicht anders, als kaltes Waſſer; ebenfalls ein bedeutender Grund gegen die erwähnte Meinung.

Wenn auch bei dem erſten Blicke die Reihe der Vertreibungen ſich nach der Flüchtigkeit richtet, ſo leidet doch dieſes manche Ausnahmen. Reines Ammonium treibt nach meinen Verſuchen eine Kaliauflöſung nicht fort, und iſt doch viel flüchtiger als dieſe. Andere Gründe hat bereits Carradori angegeben.

Obgleich alſo der Stoſs flüchtiger Theilchen keinesweges die einzige Urſache jener Erſcheinungen

iſt, ſo geſchieht doch ohne allen Zweifel dabei eine Entwickelung von Dämpfen, welche ſich auf die Platte anlegen, und den ſcheinbar trockenen Kreis um die aufgetropfte Flüſſigkeit machen. Gieſst man eine ſalzſaure Verbindung auf die Glasplatte, und tröpfelt Schwefelſäure darauf, ſo bildet dieſe einen iſolirten Tropfen, aus welchem ſich Dämpfe entwickeln, und im Umkreiſe wird die übrige Flüſſigkeit zurück getrieben. Bringt man Terpenthinöhl auf eine Glasplatte und tröpfelt Schwefelſäure darauf, ſo werden die Tropfen braun und vertreiben dann das Terpenthinöhl. Es wird alſo das Oehl nicht von der Säure vertrieben, ſondern aus beiden entſteht ein neues Produkt, welches die Vertreibung macht. Umgekehrt, wenn man mit Schwefelſäure eine Platte überzieht, und Terpenthinöhl darauf tropft, ſo entſtehen eben ſolche braune Tropfen, welche nun auch die Schwefelſäure zurück treiben. Auffallend iſt es, daſs jede auch noch ſo geringe Menge von Fettigkeit Waſſer vertreibt. Salpeterkryſtalle auf friſchem Bruche thun dieſes nicht, wohl aber, wenn man ſie eine kurze Zeit zwiſchen ſonſt dem Anſcheine nach gar nicht fettigen Fingern gehalten hat.

Das Niederfallen und Anlegen der Dämpfe auf eine Glasplatte läſst ſich in einigen Fällen deutlich bemerken. Man tröpfele auf eine Glasplatte einen Tropfen Salzſäure und daneben einen Tropfen reinen Ammoniums, ſo wird man deutlich ſehen, daſs ſich die aufſteigenden Dämpfe erſt auf die Platte werfen, und dann in die Höhe ſteigen. Ein Tro-

pfen rauchender Salpeterſäure auf eine Glaspl
getropft, wird im Umfange mit einem leichten T
umgehen, und dieſer verbreitet ſich weiter, ſo
der Tropfen fortflieſst. Noch deutlicher wird
ſes, wenn man die Glasplatte mit einem fetti
Tuche zuvor abwiſcht, und dadurch die Reib
vermehrt oder das Zerflieſsen des Tropfens verh
dert. Andere flüchtige Subſtanzen verbreiten ei
ähnlichen Thau um ſich her. Prevoſt behaup
er habe das vom Kampher ausflieſsende Oehl, wo
Carradori redet, nie geſehen, (*Annalen*, XX
176;) aber es fährt allerdings ein Dampf vom K
pher aus, welcher ſich als ein farbenſpielen
Häutchen anlegt, und man bemerkt dieſes deutl
wenn man auf einer blauen Glasplatte Waſſer
Kampherſtückchen vertreiben läſst.

Wenn man alſo die Verſuche auf feſten Körp
anſtellt, ſo hat man eigentlich auf eine doppelte
ſcheinung zu ſehen. Es wird nämlich nicht all
Dampf entwickelt, welcher ſich als Thau auf
Platte anlegt und einen ſcheinbar trockenen K
bildet, ſondern auch die Flüſſigkeit wird dadu
vertrieben. Die Anziehung der Platte beför
die Entwickelung von Dämpfen; die Reibung
hindert den Tropfen, ganz ſeiner Anziehung zu
gen und auf dem feſten Körper zu zerflieſsen;
die leicht beweglichen, flüchtigen Theilchen
fernen ſich von ihm. Die ganze Erſcheinung iſt
ſo ein Produkt der eigenthümlichen Flüchtigkeit
Subſtanz und ihrer Anziehung zur Platte.

Nach dem, was hier geſagt worden, wird man ſich nicht wundern, daſs die Verſuche mit *Haarröhrchen* nicht damit überein ſtimmen. In den Verſuchen mit Haarröhrchen ſcheint der Weingeiſt eine ſehr geringe Verwandtſchaft mit dem Glaſe zu haben, in den Verſuchen auf gläſernen Platten eine ſehr groſse. Dort kommt aber auſser der Anziehung zum Glaſe, die eigenthümliche Zähigkeit des Weingeiſtes, deſſen öhlartige Conſiſtenz man leicht gewahr wird, wenn man ihn von einer Platte abwiſcht, vorzüglich in Betrachtung. Daher ſteigt auch Schwefelſäure, welche lange nicht ſo zähe iſt, wie die kleinen Tropfen derſelben beweiſen, höher in Haarröhrchen auf, als Weingeiſt. Auf Platten hingegen wirkt auſser der Anziehung die Flüchtigkeit der Subſtanz, und ihre Zähigkeit hat auf die Erfolge nur einen ſehr geringen Einfluſs.

III.

Von der Meſſung der Höhen vermittelſt des Barometers,

von

Herrn De La Place,
Kanzler des Senats, Groſsofficier der Ehrenlegion und Mitglied des Nat.-Inſt. *)

Mit Erläuterungen von Gilbert.

Die Meſſung der Höhen vermittelſt des Barometers hängt eben ſo, wie die Theorie der Strahlenbrechung, von dem Geſetze ab, nach welchem die höhern Schichten der Atmoſphäre an Dichtigkeit abnehmen. Es ſey ϱ die Dichtigkeit eines Lufttheilchens, das ſich in einer Entfernung $a + r$ vom Mittelpunkte der Erde befindet; und zwar bedeute a die Entfernung der untern Station der Beobachtung von dem Mittelpunkte der Erde. Ferner bezeichne g die Schwere, und p den Luftdruck, beide an der Stelle, in welcher das Lufttheilchen ſich befindet. Alsdann iſt

$$dp = -g\varrho : dr . \quad **)$$

Der

*) Eine Ueberſetzung des vierten Kapitels des zehnten Buchs des *Traité de mécanique céleſte*, t. 4, (Paris 1805,) p. 289 f. *Gilb.*

**) Denn vermindert man die Entfernung vom Mittel-

er Luftdruck p ſelbſt, iſt der Dichtigkeit ϱ des uftheilchens proportional, *) multiplicirt mit der ärme deſſelben, **) die wir mit z bezeichnen ollen. Bedeutet daher K einen beſtändigen Coefficienten, ſo iſt

$$p = K\varrho . z \qquad (I)\ ***)$$

ieraus folgt $\frac{dp}{p} = -\frac{\varrho dr}{Kz}$,

telpunkte der Erde unendlich wenig, ſo nimmt der Druck um das Gewicht der Luftmaſſe zu, welche nun zu der, die zuvor durch ihr Gewicht den Druck erzeugte, hinzu gekommen iſt. *Gilb.*

*) Das Mariottiſche Geſetz. *Gilb.*

**) Denn unter übrigens gleichen Umſtänden iſt die Elaſticität der Luft der Wärme proportional. *Gilb.*

***) Dieſer conſtante Coefficient K muſs ſich alſo aus einer einzigen Beobachtung der Dichtigkeit der Luft, bei einem beſtimmten Drucke und einer bekannten Wärme finden laſſen. Hält z. B. der Luftdruck bei o° Wärme, dem Druck einer Queckſilberſäule von $o^m,76$ das Gleichgewicht, und die Luft iſt bei dieſer Wärme und unter dieſem Drucke Δ Mahl ſpecif. leichter als das Queckſilber, ſo würde eine $\Delta . o^m,76$ hohe Säule Luft, von der Dichtigkeit ϱ und der Wärme o°, durch ihre Schwere denſelben Druck ausüben, den jedes Lufttheilchen durch ſeine Spannung äuſsert; und alſo $\Delta . o^m,76 . \varrho = K . \varrho$ oder $K = \Delta . o^m,76$ ſeyn. Dieſer conſtante Coefficient hängt alſo ab von dem Verhältniſs der ſpecifiſchen Gewichte zwiſchen dem Queckſilber und der Luft bei einem Drucke und einer Wärme, die bekannt ſind. *Gilb.*

welches integrirt giebt

$$\int \frac{g\,dr}{z} = K \,.\, \log \frac{(p)}{p}, \qquad \text{(II)}$$

wenn (p) den Druck der Atmoſphäre in der un tern Station bedeutet, wo die Werthe von r und de Integrals anfangen. *)

Bezeichnet man die Schwere an dieſer unter Station mit (g), ſo iſt

$$g = (g) \cdot \frac{a^2}{(a+r)^2}, \text{ ſehr nahe} = (g) \,.\, (1 - \frac{2r}{a})$$

und ſetzt man endlich noch $r \,.\, (1 - \frac{r}{a}) = r'$, ſ hat man

$$\int \frac{g\,dr}{z} = (g) \,.\, \int \frac{dr'}{z} \qquad \text{(III)}$$

Dieſe Functionen laſſen ſich nicht anders inte griren, als wenn man z durch eine Function von r auszudrucken weiſs, [und es kömmt daher auf da Geſetz an, wonach die Wärme in den höhern Schichten der Atmoſphäre abnimmt.] Da indeſ der Werth dieſer Integrale nur für einen Zwiſchen raum verlangt wird, der im Vergleich mit der gan zen Höhe der Atmoſphäre ſehr klein iſt, ſo wir hier jede Function zuläſſig, welche die Temperatu der untern und der obern Station zugleich darſtell und der gemäſs die Temperatur von der einen St tion bis zur andern ungefähr in einer arithmetiſche Progreſſion abnimmt. Und unter dieſen Functi

*) Und wo alſo iſt $o = K \,.\, \log \frac{1}{(p)} + Conſt.$, dahe $Conſt = K \,.\, \log (p)$ ſeyn muſs. *Gilb.*

en iſt es erlaubt, die auszuwählen, welche die lechnung am einfachſten macht. Ich will daher nehmen, es ſey

$$z = \sqrt{q^2 - ir'}$$

obei q die Wärme an der untern Station bedeutet, nd i ſo zu nehmen iſt, daſs dieſer für z geſetzte usdruck die Wärme an der obern Station giebt. *) ir haben dann

*) Das Reſultat der ſorgfältigen Unterſuchungen, welche Herr Freiherr von Humboldt über das Geſetz, wonach die Wärme in den höhern Regionen der Atmoſphäre abnimmt, angeſtellt, und in Band XXIII dieſer *Annalen* mitgetheilt hat, iſt: daſs für je 121,1 Toiſen, um welche wir uns höher in der Atmoſphäre erheben, die Wärme ſich um 1° R. vermindert. Dieſes giebt 97^t für jeden Grad Wärmeabnahme nach dem Centeſimal-Thermometer, und folglich $q - z = \frac{r}{97}$, wenn q und z nach dem Centeſimal-Thermometer und r in Toiſen ausgedruckt werden. Dieſem zu Folge iſt $z = q - \frac{r}{97}$ und $q^2 - z^2 = (q+z)(q-z) = \frac{2qr}{97} - \left(\frac{r}{97}\right)^2$. Herr Laplace ſetzt $q^2 - z^2 = ir'$; und r' iſt um eine ſo geringe Gröſse von r verſchieden, daſs wir hier beide für gleich nehmen können. Dies giebt folgenden Werth für $i = \frac{2q - \frac{r}{97}}{97}$. Eigentlich iſt alſo i mit r variabel. Herr Laplace ſieht aber i als conſtant an, und zwar nimmt er dafür den Werth, der für den Abſtand r der beiden Stationen und für die Temperatur in der untern Station q, in

$$\int \frac{dr'}{z} = \frac{2r'}{q+z} \quad *) \qquad \text{(IV)}$$

und folglich, [wenn man in (III) die Werthe d
Integrale aus (II) und (IV) ſubſtituirt,]

$$r' = \frac{(q+z)}{2} \cdot \frac{K}{(g)} \cdot \log \frac{(p)}{p} \qquad \text{(V)}$$

dem beobachteten Falle gilt: ein Werth, der zu
für jede Beobachtung ein anderer, auch, da er v
r abhängt, unbekannt iſt; der aber doch in d
That für jeden der Rechnung unterworfenen F
als conſtant angenommen wird, da man ihn für a
Zwiſchenwerthe von r geltend denkt. Soll die
aber erlaubt ſeyn, ſo muſs dieſer Werth die W
meabnahme zwiſchen beiden Stationen ſehr na
ſo geben, wie ſie ſich nach dem Geſetze des Hr
von Humboldt verhält. Es ſey der Abſtand
beiden Stationen oder $r = b \cdot 97$ Toiſen, alſo, we
alles in der Regel iſt, der Unterſchied der Wär
an beiden Stationen b Grad, ſo iſt für dieſen I
$i = \frac{2q-b}{97}$ und $z = \sqrt{(q^2 - \frac{(2q-b)r}{97})}$. Se
man hier r nach der Reihe b, $2b$, $3b$ etc.; ſo
den ſich für z freilich die Werthe $q-1$, $q-$
$q-3$ nicht genau, ſondern mit Abweichungen,
bis auf ganze Grade ſteigen; dieſes ſcheint ind
doch hinzureichen, um die Annahme hier zuläſ
zu machen. *Gilb.*

*) Es iſt nämlich $ir' = g^2 - z^2 = (q+z)(q-$
und $d.ir' = -2z.dz$; daher $\int \frac{d.ir'}{z} = 2(q-$
$= \frac{2ir'}{q+z}$; alſo auch, da i als eine Conſtante betr
bei wird, $\int \frac{dr}{z} = \frac{2r'}{q+z}$. *Gilb.*

Die Logarithmen bedeuten hier die natürlichen. Statt ihrer wollen wir die Briggiſchen nehmen; dieſes verändert weiter nichts, als den Werth der Conſtante K. Ferner wollen wir die Temperatur des natürlichen Froſtpunkts mit l bezeichnen, und die Temperaturen der untern Station, $q = l + t$, die an der obern, $z = l + t'$ ſetzen. Dadurch verwandelt ſich unſre Formel in folgende:

$$r' = l \cdot \left\{1 + \frac{(t+t')}{2l}\right\} \cdot \frac{K}{(g)} \cdot \log \frac{(p)}{p} \qquad \text{(VI)}$$

Herr Ramond hat durch Vergleichung einer groſsen Menge Meſſungen von Bergen vermittelſt des Barometers, mit ihrer trigonometriſch beſtimmten Höhe, gefunden, daſs unter 50° Breite der Coefficient $\frac{Kl}{(g)} = 18336$ Mètres iſt. *)

Um die beſtändige Gröſse l zu beſtimmen, wollen wir annehmen, t und t' bedeuten Grade des hunderttheiligen Queckſilber-Thermometers von dem Nullpunkte an gerechnet. Wenn ein Luftvolumen von der Temperatur Null erwärmt wird, ſo wächſt für jeden Grad Wärme, um den die Tempe-

*) Bedeutet M den Modulus des Briggiſchen logarithmiſchen Syſtems, ſo iſt *log natur.* $N = M$. *log Brigg.* N. Zuvor war aber der Werth der Conſtante K, wie wir geſehen haben, Δ . $0^m,76$. Jetzt verwandelt er ſich alſo in folgenden $K = M$. Δ . $0^m,76$, und dieſer Coeffic. iſt für 0° Wärme $= \frac{M \cdot \Delta \cdot 0^m,76}{(g)}$, voraus geſetzt, daſs Δ ſich auf 0° Wärme und $0^m,76$ Druck bezieht. *Gilb.*

ratur deſſelben zunimmt, die elaſtiſche Kraft deſſelben, oder der Druck, den es ausübt. Dieſe Zunahme des Drucks beträgt für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers ſehr nahe 0,00375. Bezeichnet man daher den Druck oder die elaſtiſche Kraft der Luft bei 0° Wärme mit $\overline{(p)}$, ſo dürfen wir annehmen, daſs dieſer Druck für jeden Thermometergrad zunimmt um $0{,}00375 \cdot \overline{(p)}$. Der Druck, den die Luft ausübt, war aber nach (I) gleich $K \cdot (l + t) \cdot \varrho$. Folglich haben wir $\overline{(p)} = Kl\varrho$, und die Zunahme des Drucks für einen Thermometergrad $= Kl\varrho \cdot \frac{1}{l} = \overline{(p)} \cdot \frac{1}{l}$. Es muſs alſo $\frac{1}{l} = 0{,}00375$, oder $l = \frac{100000}{375}$ ſeyn. Werden dieſe Werthe in die Formel (VI) geſetzt, ſo verwandelt ſie ſich in folgende:

$$r' = 18336^{M} \cdot \left\{1 + \frac{(t+t')}{2} \cdot 0{,}00375\right\} \cdot \log \frac{(p)}{p} \quad \text{(VII)}$$

Den Luftdruck p in der obern und (p) in der untern Station, erhält man durch den Stand des Barometers in beiden Stationen, wenn man ihn auf *einerlei Temperatur* reducirt hat. Ich habe durch einen genauen Verſuch gefunden, daſs das Queckſilber ſich um $\frac{1}{5412}$tel für jeden Thermometergrad ausdehnt. Man muſs daher die an der kältern Station beobachtete Barometerhöhe um ſo viel 5412tel vermehren, als Centeſimalgrade Unterſchied zwiſchen den Temperaturen des im Barometer enthaltenen Queckſilbers an beiden Stationen Statt findet. Da die Temperatur des Queckſilbers im Barometer

ist, so geschieht doch ohne allen Zweifel dabei eine Entwickelung von Dämpfen, welche sich auf die Platte anlegen, und den scheinbar trockenen Kreis um die aufgetropfte Flüssigkeit machen. Giesst man eine salzsaure Verbindung auf die Glasplatte, und tröpfelt Schwefelsäure darauf, so bildet diese einen isolirten Tropfen, aus welchem sich Dämpfe entwickeln, und im Umkreise wird die übrige Flüssigkeit zurück getrieben. Bringt man Terpenthinöhl auf eine Glasplatte und tröpfelt Schwefelsäure darauf, so werden die Tropfen braun und vertreiben dann das Terpenthinöhl. Es wird also das Oehl nicht von der Säure vertrieben, sondern aus beiden entsteht ein neues Produkt, welches die Vertreibung macht. Umgekehrt, wenn man mit Schwefelsäure eine Platte überzieht, und Terpenthinöhl darauf tropft, so entstehen eben solche braune Tropfen, welche nun auch die Schwefelsäure zurück treiben. Auffallend ist es, dass jede auch noch so geringe Menge von Fettigkeit Wasser vertreibt. Salpeterkrystalle auf frischem Bruche thun dieses nicht, wohl aber, wenn man sie eine kurze Zeit zwischen sonst dem Anscheine nach gar nicht fettigen Fingern gehalten hat.

Das Niederfallen und Anlegen der Dämpfe auf eine Glasplatte lässt sich in einigen Fällen deutlich bemerken. Man tröpfele auf eine Glasplatte einen Tropfen Salzsäure und daneben einen Tropfen reinen Ammoniums, so wird man deutlich sehen, dass sich die aufsteigenden Dämpfe erst auf die Platte werfen, und dann in die Höhe steigen. Ein Tro-

ratur deſſelben zunimmt, die elaſtiſche Kraft deſſelben, oder der Druck, den es ausübt. Dieſe Zunahme des Drucks beträgt für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers ſehr nahe 0,00375. Bezeichnet man daher den Druck oder die elaſtiſche Kraft der Luft bei 0° Wärme mit (p), ſo dürfen wir annehmen, daſs dieſer Druck für jeden Thermometergrad zunimmt um $0{,}00375 \cdot (p)$. Der Druck, den die Luft ausübt, war aber nach (I) gleich $K \cdot (l + t) \cdot \rho$. Folglich haben wir $(p) = Kl\rho$, und die Zunahme des Drucks für einen Thermometergrad $= Kl\rho \cdot \frac{1}{l} = (p) \cdot \frac{1}{l}$. Es muſs alſo $\frac{1}{l} = 0{,}00375$, oder $l = \frac{100000}{375}$ ſeyn. Werden dieſe Werthe in die Formel (VI) geſetzt, ſo verwandelt ſie ſich in folgende:

$$x = 18336^{M} \cdot \left\{1 + \frac{(t+t')}{2} \cdot 0{,}00375\right\} \cdot \log \frac{(p)}{p} \quad \text{(VII)}$$

Den Luftdruck p in der obern und (p) in der untern Station, erhält man durch den Stand des Barometers in beiden Stationen, wenn man ihn auf *einerlei Temperatur* reducirt hat. Ich habe durch einen genauen Verſuch gefunden, daſs das Queckſilber ſich um $\frac{1}{5412}$tel für jeden Thermometergrad ausdehnt. Man muſs daher die an der kältern Station beobachtete Barometerhöhe um ſo viel 5412tel vermehren, als Centeſimalgrade Unterſchied zwiſchen den Temperaturen des im Barometer enthaltenen Queckſilbers an beiden Stationen Statt findet. Da die Temperatur des Queckſilbers im Barometer

Der hygrometrische Zustand der Luft liesse sich dadurch mit in Anschlag bringen, dass man den Coefficienten von $\frac{t+t'}{2}$ in der vorstehenden Formel etwas vermehrte. Denn der Wasserdampf ist leichter als die Luft, und wenn die Temperatur wächst, so nimmt auch die Menge desselben zu, wenn die übrigen Umstände dieselben bleiben. Ich finde, dass den Beobachtungen im Ganzen genommen ziemlich gut Genüge geschieht, wenn man in dieser Formel statt $\frac{(t+t')}{2} \cdot 0{,}00375$ die Grösse $\frac{2(t+t')}{1000}$ setzt; *) wodurch die Formel zu folgender wird:

$$v = 18336^{M} \cdot \left\{1 + 0{,}002845 \cdot \cos. 2\psi\right\} \cdot \left\{1 + \frac{2(t+t')}{1000}\right\} \cdot \left\{\left(1 + \frac{r}{a}\right) \cdot \log\frac{(h)}{k} + \frac{r}{a} \cdot 0{,}868589\right\}. \quad \text{(XI.)}$$ **)

*) Mehreres hierüber im folgenden Aufsatze. *G.*

**) Eine Vergleichung dieser Formel mit der De Lüc'schen in Aufsatz V. *G.*

die Schwere unter dem Aequator, und ψ die Breite bedeutet, unter welcher die Schwere (g) ist,

$$(g) = [g] \cdot \left\{1 + \frac{0{,}004208}{0{,}739502} \cdot \text{sin.}^2 \psi\right\}$$

und hieraus folgt, dafs der Coefficient, welcher unter 50° Breite 18336 $^{\text{Met.}}$ ist, unter einer Breite ψ seyn müsse $18336^{\text{M.}} \cdot (1 + 0{,}002845 \cdot \text{cos.} 2\psi)$. (IX)

Setzen wir nun alle diese Correctionen in die Formel (VII), und statt r' seinen Werth durch r ausgedruckt, so haben wir

$$r = 18336^{\text{M}} \cdot \left\{1 + 0{,}002845 \cdot \text{cos.} 2\psi\right\} \cdot \left(1 + \frac{(t'+t)}{2} \cdot 0{,}00375\right),$$

$$\left\{\left(1 + \frac{r}{a}\right) \cdot \log \frac{(h)}{h} + \frac{r}{a} \cdot 0{,}868589\right\} \quad \text{(X)}$$

Für den Werth von r nehme man in dem vierten Factor rechts vom Gleichheitszeichen, den Werth, welchen die Formel X giebt, wenn man in diesem Factor $r = 0$ setzte; und man setze $a = 6366198^{\text{m}}$. Beides läfst sich ohne merklichen Fehler thun.

Die Correctionen, welche auf den Veränderungen der Schwere mit der Breite und mit der Höhe beruhen, sind sehr klein. Da sie aber gewifs sind, so ist es nützlich, sie mitzunehmen, damit in der Rechnung nur die unvermeidlichen Fehler der Beobachtungen mit eingehen, und die, welche von den nicht bekannten Anziehungen der Berge herrühren, von dem hygrometrischen Zustande der Luft, (auf den es nöthig wäre mit zu sehen,) und endlich von der Hypothese, die wir über die Abnahme der Wärme in der Atmosphäre gemacht haben.

Der hygrometrische Zustand der Luft liefse sich dadurch mit in Anschlag bringen, dafs man den Coefficienten von $\frac{t+t'}{2}$ in der vorstehenden Formel etwas vermehrte. Denn der Wasserdampf ist leichter als die Luft, und wenn die Temperatur wächst, so nimmt auch die Menge desselben zu, wenn die übrigen Umstände dieselben bleiben. Ich finde, dafs den Beobachtungen im Ganzen genommen ziemlich gut Genüge geschieht, wenn man in dieser Formel statt $\frac{(t+t')}{2} \cdot 0{,}00375$ die Gröfse $\frac{3(t+t')}{1000}$ setzt; *) wodurch die Formel zu folgender wird:

$$r = 18336^{M} \cdot \left\{1 + 0{,}001845 \cdot \cos 2\psi\right\} \cdot \left\{1 + \frac{3(t+t')}{1000}\right\} \cdot \left\{\left(1 + \frac{t'}{a}\right) \cdot \log\frac{(h)}{k} + \frac{t'}{a} \cdot 0{,}868589\right\}. \quad \text{(XI.)} \; **)$$

*) Mehreres hierüber im folgenden Aufsatze. G.

**) Eine Vergleichung dieser Formel mit der De Lüc'schen in Aufsatz V. G.

IV.

WÄGUNG

der Gasarten, des Queckſilbers und des Waſſers; und Beſtimmung des Coefficienten für Höhenmeſſungen durch das Barometer,

von

den Herren Biot und Arago. *)

Mit Bemerkungen von Gilbert.

Zu der Wägung der atmoſphäriſchen Luft und der Gasarten diente ein groſser Glasballon, der zuerſt luftleer und dann gefüllt mit Luft oder mit Gas gewogen wurde. Eine ſehr genaue Wage, eine vortreffliche Luftpumpe und die oben S. 42 beſchriebene Einrichtung an den Hähnen der Gasrecipienten, aus denen man den Ballon füllte, ſetzten die Herren Biot und Arago in den Stand, hierbei eine ſehr groſse Genauigkeit zu erreichen.

Bei dem Abwägen wurde nicht nur auf den Stand des Barometers und des Thermometers geſehen, ſondern auch auf den Stand des Hygrometers. Denn, ſagt Herr Biot, da das ſpecifiſche

*) Nach der dritten Note, welche ihrer Abhandlung über die Verwandtſchaften der Körper zum Lichte angehängt iſt. *Gilb.*

Gewicht des Waſſerdampfs bei gleicher Elaſticität nur $\frac{10}{14}$ von dem ſpecifiſchen Gewichte der atmoſphäriſchen Luft beträgt, ſo verliert der Ballon, wenn er in feuchter Luft gewogen wird, weniger als in völlig trockener Luft an ſeinem Gewichte. „Die Menge des Waſſerdampfs, der ſich in der Luft befindet, wenn ſie damit geſättigt iſt, wird durch eine Formel gegeben, welche ſich in der *Mécanique céleſte* findet, und die Herr Laplace aus den Verſuchen Sauſſure's und Dalton's hergeleitet hat.*) Zwar iſt die Luft nicht immer mit Feuchtigkeit geſättigt; allein das Hygrometer lehrt uns den Grad der Sättigung derſelben kennen; und da für die Temperatur, in welcher wir unſre Wägung vorgenommen haben, Verſuche von Sauſſure vorhanden ſind, welche die verhältnifsmäſsige Menge des verdunſteten Waſſers für jeden Grad des Hygrometers ſehr nahe beſtimmen, ſo hatte es keine Schwierigkeit, aus dieſen Reſultaten eine Formel abzuleiten, die das abſolute Gewicht der Gasarten giebt, ſo wie wir es gefunden haben würden, hätten wir ſie im luftleeren Raume, bei 0° Wärme und unter dem conſtanten Drucke von 0,76 Mètres wiegen können.“

Wir haben ſtets die Vorſicht gebraucht, hinter einander den Ballon gefüllt und luftleer in der mög-

*) Die Formel, welche in den *Annalen*, XXV, 431 und 434, ſteht. *Gilb.*

jichſt kleinſten Zwiſchenzeit zu wiegen, damit die dünne Lage von Waſſerdunſt, womit die Oberfläche des Glaſes ſich bezieht, in beiden Fällen dieſelbe bleiben möchte; denn eine Veränderung derſelben könnte eine merkbare Einwirkung auf die Reſultate haben. Durch dieſe Vorſichtsmaaſsregeln haben wir es dahin gebracht, daſs unſre Reſultate nach allen Correctionen nur um einige Tauſendtel eines Gramms von einander abwichen, ob ſie gleich bei ſehr verſchiedenen Zuſtänden der Atmoſphäre erhalten worden ſind. Die Ausdehnung des Glaſes nach der Länge wurde für jeden Grad der hunderttheiligen Thermometerſcale angenommen zu 0,0000087572, nach den Verſuchen der Herren Laplace und Lavoiſier. Dieſes drei Mahl genommen, giebt die Ausdehnung des Volumens, gleich 0,0000262716."

Es ſey bei einem Barometerſtande von p Mètres, und einer Temperatur von t Centeſimalgraden, der Gewichtsunterſchied des leeren Ballons und des Ballons voll Luft $= A$. Die Ausdehnung wegen des Glaſes für 1° Wärme ſey k oder 0,0000262716; die Ausdehnung des Queckſilbers für 1° Wärme ſey $\frac{1}{5413}$ des Volumens bei 0° Wärme; und endlich bezeichne T die Spannung des in der Luft enthaltenen Waſſerdampfs. Folgende Formel giebt dann den Gewichtsunterſchied (A), wie er bei 0° Wärme, bei 0,76 Mètres Druck und bei einem Abwägen im luftleeren Raume ſich gefunden haben würde,

$$(A) = \frac{A \cdot 0^{m},76 \cdot (1 + t \cdot 0{,}00375)}{(p - \frac{5}{8}T) \cdot (1 + kt)} \cdot *)$$

„Die Spannung T“, wiederhohlt Herr Biot, „haben wir nach der Formel des Hrn. Laplace in

*) Denn es ſind die Gewichte (A), A der Luftmaſſen im Normalzuſtande und zur Zeit der Beobachtung ihrem Volumen direct, dem Drucke, unter dem ſie ſtehn, ebenfalls direct, ihrer Temperatur aber indirect proportional, oder

$(A) : A = (0^{m},76 : p - \frac{5}{8}T) + (1 : 1 + kt) + (1 + t \cdot 0{,}00375 : 1)$.

In dem Normalzuſtande, auf welchen Herr Biot alle Gewichte reducirt, wird die Luft unter $0^{m},76$ Druck und bei 0° Wärme, als völlig trocken angenommen. In dem Zuſtande, in welchem ſie ſich bei der Beobachtung befindet, iſt ſie aber feucht; und zwar mögen die Waſſerdämpfe in ihr einer Queckſilberſäule von T Mètres durch ihren Druck das Gleichgewicht halten, oder, mit andern Worten, eine Spannung T haben, während der ganze Druck der feuchten Luft p Mètres betrage. Nach Dalton kömmt dann auf die trockene Luft zur Zeit der Beobachtung nur der Druck $p - T$. Der Waſſerdampf iſt bei einerlei Spannung mit der atmoſphäriſchen Luft ſpecifiſch leichter als dieſe. Um wie viel? darüber weichen die Beſtimmungen, welche Herr Laplace aus Dalton's Verſuchen gezogen hat, und die, welche mir aus ihnen zu fließen ſchienen, weſentlich von einander ab.

Nach Herrn De La Place iſt das ſpec. Gewicht des Waſſerdampfs in allen Temperaturen $\frac{10}{16}$ vom ſpecifiſchen Gewichte der Luft unter gleichem Drucke und gleicher Wärme. Nach ihm würden alſo die ſpecifiſchen Gewichte von trockener und

der *Mécanique céleste*, t. 4, p. 273, [*Annalen*, XXV, 431,] und nach dem Grade der Sättigung der Luft mit Feuchtigkeit geschätzt, welche aus

von feuchter Luft, die beide unter dem Drucke p und der Temperatur t stehn, wenn der Wasserdampf in letzterer die Spannung T hat, sich verhalten wie $p : p - T + \frac{10}{14} T$, oder wie $p : p - \frac{2}{7} T$; und dieses ist die Grösse, welche in der obigen Formel statt p steht.

Mir schien aus Dalton's Ansichten zu folgen, dass, wenn die zur Temperatur t gehörige Elasticität des Wasserdampfs in Theilen des Luftdrucks ausgedruckt T' ist, und das specifische Gewicht des Dampfs, des unter $0^m,76$ Druck siedenden Wassers $\frac{10}{14}$ vom specifischen Gewichte der Luft im Normalzustande beträgt, [*Annalen*, XXV, 405, Anm.,] das specifische Gewicht des Wasserdampfs von t Grad Wärme $\frac{T'}{1,44}$ sey. Und daraus folgt, dass, wenn die Spannung des in der Luft wirklich vorhandenen Wasserdampfs T Mètres, der Druck der feuchten Luft p Mètres und die Wärme t Grad nach dem Centesimal-Thermometer ist, die specifischen Gewichte völlig trockner und solcher feuchter Luft sich zu einander verhalten müssen, wie $p : p - T + T \cdot \frac{T'}{1,44}$, oder wie $p : p - T \cdot (1 - 0,7 \cdot T')$; da $\frac{10}{14,4} = 0,7014$ ist, und wir für diese mit TT' multiplicirte Grösse, ohne merkbaren Fehler $0,7$ setzen dürfen. Die obige Formel verwandelt sich hiernach in folgende:

$$(A') = \frac{A \cdot 0^m,76 \cdot (1 + t \cdot 0,00375)}{[p - T \cdot (1 - 0,7 \cdot T')] \cdot (1 + kt)}.$$

Bedeutet (ΔA) die Grösse, um welche dieser

Tabelle in Sauſſure's Hygrometrie genommen wurde, So fand ſich folgendes für *die atmoſphäriſche Luft.*

Werth (A') den der obigen Formel (A) übertrifft, ſo hat man ſehr nahe

$$(\triangle A) = (A) \cdot \tfrac{1}{4} \cdot \frac{T}{p}\left(1 - T' + \frac{T}{p}\right)$$

welches $\triangle A$ nur ſehr wenig zu klein giebt. Die Werthe von T' giebt die Temperatur der Luft; es ſind die Zahlen aus Dalton's Tabelle, *Ann.*, XV, 8, dividirt durch 30. Wenn man will, kann man dieſe Zahlen auch aus der Formel nehmen, durch welche Herr Laplace dieſe Tabelle darzuſtellen verſucht hat, oder noch beſſer aus der Formel des Hrn. Soldner, *Annalen*, XVII, 65. (VIII) Wäre die Luft zur Zeit der Beobachtung völlig mit Feuchtigkeit geſättigt, ſo würden die Wäſſerdämpfe in ihr einen Druck von $T' \cdot 0^{m},76$ ausüben, welches auch die Gröſse von p ſey. Denn die Elaſticität des Waſſerdampfs hängt bloſs von der Wärme, nicht vom Drucke der Luft ab, und iſt bei einerlei Wärme im luftleeren und im luftvollen Raume, und bei jeder Dichtigkeit der Luft, ganz gleich. Aus dem Hygrometerſtande findet man nach der Tabelle, welche Sauſſure in ſeiner Hygrometrie, §. 173, giebt, das Verhältniſs der Menge des Waſſerdampfs in der Luft, wenn ſie völlig feucht wäre, zu der Menge deſſelben in dem Zuſtande der Beobachtung. Iſt dieſe Zahl h, ſo iſt alſo

$$T = h \cdot T' \cdot 0^{m},76.$$

So würde, meiner Meinung nach, Dalton's Anſichten gemäſs, die Rechnung zu führen ſeyn, um das beobachtete Gewicht auf das Gewicht der Luft in dem Normalzuſtande zu reduciren. *Gilb.*

März.	Barometers Mètres.	Stand des Thermometers des Barometers.	Stand des Thermometers in der Luft.	Hygrometers.
1	0,7609	+ 10°,5	+ 10°,5	89°
2	0,7632	9,6	9,7	89
3	0,7552	11,5	11,5	89
6	0,7650	9,5	9,5	80
11	0,7358	7,8	8,8	83,5
12	0,7272	9,0	10,0	83
12	0,7290	7,9	8,9	83,5
12	0,7255	8,5	9,5	83,3

Mittel aus allen Verſuchen . . . .

Mittel mit Ausſchluſs des Verſ. am 11ten März

Das Detail der einzelnen Abwägungen der *Gase* giebt Herr Biot weder in der Abhandlung selb

*) Der Hahn war an den Ballon angelöthet, und e durch das Gewicht vermehrt, nicht aber der I halt des Ballons verändert worden. *B.*

**) Bei allen dieſen Reductionen der beobachteten G wichte auf das Gewicht der Luft im Normalzuſta de, (bei 0° Wärme, $0^m,76$ Druck und völlig Trockne,) liegt die im Texte ſtehende Formel u alſo das ſpecifiſche Gewicht des Waſſerdampfs na der Beſtimmung des Hrn. Laplace zum Grun Wir haben in der vorigen Anmerkung geſehn, d

	1ſte	2te	3te
$T' =$	0,0129	; 0,0123	; 0,01369
$0,7 \cdot T' =$	0,009	; 0,0086	; 0,0096
$h =$	0,864	; 0,864	; 0,864
$T =$	$0^m,00846$	; $0^m,00807$	; $0^m,00899$
$p =$	$0^m,75943$	; $0^m,76185$	; $0^m,7536$
$p - T(1 - 0,7\,T') =$	$0^m,75104$	; $0^m,75385$	; $0^m,74470$
$(h') =$	78,2983	; 78,3049	; 78,3173

Gewicht in Grammes			
des luftleeren Ballons.	des offnen Ballons voll Luft.	folglich der Luft.	reducirt auf den Normalzuſtand.
1022g,062	1029g,013	6g,951	7g,2554
,026	018	6,992	7,2543
1031,515	1038,389	6,874	7,2580 *)
,369	,386	7,017	7,2479
,621	,386	6,765	7,2442
,718	,386	6,668	7,2580
,679	,386	6,707	7,2526
,736	,390	6,654	7,2462
. . . . .			7,25215
. . . . .			7,25323 **)

noch in den Noten; alles, was davon vorkömmt, ſind die allgemeinen Reſultate in der S. 94 mitgetheilten

ſie etwas anders ausfällt, wenn man das ſpecifiſche Gewicht des Waſſerdampfs ſo beſtimmt, wie Dalton's Anſichten es mir zu fordern ſchienen. Ich habe alle Verſuche, dem Detail, welches die Tabelle von ihnen angiebt, entſprechend, nach der Formel für A' berechnet, welche ich in der vorigen Anmerkung entwickelt habe, und ich ſetze hier die Hauptreſultate dieſer Berechnung her, damit Phyſiker ſie mit deſto weniger Mühe prüfen können.

6te	11te	12te	12te	12te Mars
0,0121	; 0,0116	; 0,0125	; 0,0117	; 0,0123
0,0085	; 0,0081	; 0,0087	; 0,0082	; 0,0086
0,727	; 0,78	; 0,773	; 0,78	; 0,78
0m,00668	; 0m,00688	; 0m,00734	; 0m,00693	; 0m,00730
0m,76366	; 0m,73474	; 0m,7260	; 0m,7280	; 0m,7244
0m,75703	; 0m,72791	; 0m,71872	; 0m,72112	; 0m,71716
7g,73039	; 7g,2773	; 7g,3147	; 7g,2855	; 7g,3113

Tabelle. Da die Gasarten, mit denen die Verſuche angeſtellt wurden, alle mehrmahls durch Waſſer geſtiegen, und nicht getrocknet worden waren, ſo muſsten ſie im Maximo feucht ſeyn. Ob dieſer Umſtand auf die Beſtimmung des Verhältniſſes ihrer ſpecifiſchen Gewichte in der angeführten Tabelle

Das Mittel aus allen dieſen Werthen iſt $7^g,3016$, und mit Ausſchluſs der Beobachtung am 11ten März $7^g,3052$. Die beiden äuſserſten Zahlen weichen hier um $0^g,0400$, bei Herrn Biot nur um $0^g,0138$ ab.

Berechnet man nach der Formel $p - \frac{3}{4} T = \frac{(A')}{(A)} \cdot (p - T \cdot (1 - 0{,}7\ T'))$, welchen Werth Herr Biot für T genommen hat, ſo finden ſich folgende: am 1ſten März 0,01382; am 3ten März 0,00997; am 6ten März 0,00273, am 11ten März 0,01225; und berechnet man umgekehrt, welche Werthe von A den hier gefundenen von A' und T entſprechen, ſo erhält man für dieſe vier Verſuche der Reihe nach $7^g,241$; $7^g,2559$; $7^g,2581$; $7^g,2291$; ſtatt welcher bei Herrn Biot folgende ſtehn: $7^g,2554$; $7^g,2580$; $7^g,2479$; $7^g,2444$. Hat Herr Biot wirklich für T andere Werthe genommen, als die oben ſtehenden? und was berechtigte ihn dazu? oder kommen vielleicht Druck- oder Schreibefehler in der Tabelle vor? oder liegt dieſe Abweichung in Rechnungsfehlern von meiner Seite? (woran ich indeſs zu zweifeln Urſache habe.) Da das ſpecifiſche Gewicht der Luft im Normalzuſtande ein Fundamentaldatum für die ganze Phyſik iſt, ſo dürfte alles dieſes einer weitern Erörterung durch andere Phyſiker nicht unwerth ſeyn.

Gilb.

keinen Einfluſs habe, hängt davon ab, ob ſie alle bei gleicher Temperatur gewogen worden ſind oder nicht, worüber uns Herr Biot wahrſcheinlich künftig belehren wird.

Um das Gewicht des *Queckſilbers* mit der möglichſten Genauigkeit zu erhalten, wählten die Herren Biot und Arago nach einigen Verſuchen folgendes Verfahren. Sie nahmen einen kleinen gläſernen Kolben, (Taf. II,) der einen ſehr engen Hals hatte, und deſſen Mündung eben abgeſchliffen war, und füllten ihn langſam mit deſtillirtem Queckſilber, das ſie von Hrn. Berthollet erhalten hatten. Dieſes lieſsen ſie aus Trichtern mit haarförmigen Röhren hinein laufen, damit die Luft langſam und ſo genau als möglich möchte heraus getrieben werden, ſetzten dann den Kolben in ein Sandbad, und brachten das Queckſilber zum Kochen, um die kleine Lage Waſſerdunſt davon zu jagen, mit der das Glas ſtets überzogen iſt. Als das Queckſilber noch eine bedeutend hohe Temperatur hatte, ſetzten ſie den Kolben unter den Recipienten der Luftpumpe, um noch vollends alle Luft heraus zu ziehen; doch zeigte ſich dabei weiter keine Spur derſelben. Sie warteten einen ganzen Tag, damit die Maſſe bis zur Temperatur der Luft herab kommen möchte, und lieſsen von Zeit zu Zeit etwas Queckſilber hinzu laufen, ſo wie dieſes ſich bei abnehmender Temperatur verdichtete. Als endlich ſehr empfindliche Thermometer, die ſie an die Auſsenſeite hielten, keine Verſchiedenheit der Temperatur von der der

Luft zeigten, ſchoben ſie eine matt geſchliffene Glasebene über die Mündung des Kolbens, um das über dem Niveau der Mündung ſtehende Queckſilber zu entfernen, und wogen das Ganze mit gröſster Vorſicht.

Geſchah dieſes Wägen bei einer Temperatur von t Centeſimalgraden, und bezeichnen wir das Gewicht des Queckſilbers auf den luftleeren Raum reducirt, (d. h., das Gewicht das Ganzen, weniger des Gewichts des luftleeren Kolbens, vermehrt um das Gewicht eines dem Ganzen gleichen Luftvolums,) bei dieſer Temperatur t mit X, dagegen bei der Temperatur o mit (X), ſo iſt

$$(X) = \frac{X\left(1 + \frac{t}{5412}\right)}{(1 + kt)}$$

voraus geſetzt, daſs k dieſelbe Bedeutung hat, wie zuvor, und daſs das Queckſilber ſich für jeden Grad des Centeſimalthermometers um $\frac{1}{5412}$ des Volums, das es bei o° Wärme hat, ausdehnt. So fanden die Herren Lavoiſier und Laplace dieſe Ausdehnung, und davon weichen die Beſtimmungen einer Commiſſion der Londner Societät nur äuſserſt wenig ab, denen gemäſs dieſe Ausdehnung $\frac{1}{5434}$ ſeyn würde. (*Philoſ. Transact.*, Vol. 67.) *)

*) Der Glaskolben faſste nämlich nach dem Verhältniſſe mehr Queckſilber, nach welchem der Inhalt des Glaſes mit der Wärme zunahm, und nach dem Verhältniſſe weniger, nach welchem das Queckſilber ſich in der Wärme ausdehnte. *Gilb.*

Sie gilt vom Froſt- bis zum Siedepunkte des Waſſers; dieſes folgt aus den Verſuchen Gay-Luſſac's.

Die erſte Abwägung des Queckſilbers wurde am 16ten März vorgenommen. Der Barometerſtand war $0^m,7439$; ſo wohl das am Barometer als das in der Luft befindliche Thermometer ſtanden auf $12°,5$; der Kolben wog leer $172^g,240$, und voll Queckſilber $1515^g,229$; und es betrug daher das Gewicht des Queckſilbers beim Wägen in der Luft $1342^g,989$. Zu Folge eines Verſuchs, von dem wir ſogleich reden wollen, war das Volumen des groſsen Ballons, der zum Wägen der atmoſphäriſchen Luft gedient hatte, ſehr nahe 56,40 Mahl gröſser als das Volumen des Kolbens, worin das Queckſilber gewogen wurde; und da die Luft in jenem bei den Umſtänden dieſes Verſuchs $6^g,756395$ gewogen haben würde, ſo muſste die Luftmaſſe, welche das im Kolben befindliche Queckſilber aus der Stelle drückte, $0^g,11981$ betragen; und dieſes Gewicht iſt dem obigen hinzu zu fügen, um es auf den luftleeren Raum zu reduciren. Dieſes giebt in dieſem Falle $X = 1343^g,10881$; und daraus folgt das Gewicht des Queckſilbers im Kolben, bei 0° Temperatur, und im luftleeren Raume, $(X) = 1345^g,769016$.

Zum zweiten Mahle wurde in demſelben Kolben das Queckſilber am 21ſten Julius gewogen. Die Temperatur der Luft und am Barometer war $20°,6$ und der Barometerſtand $0^m,7580$; und es betrug folglich das Gewicht des Luftvolums, welches

jichſt kleinſten Zwiſchenzeit zu wiegen, damit die dünne Lage von Waſſerdunſt, womit die Oberfläche des Glaſes ſich bezieht, in beiden Fällen dieſelbe bleiben möchte; denn eine Veränderung derſelben könnte eine merkbare Einwirkung auf die Reſultate haben. Durch dieſe Vorſichtsmaaſsregeln haben wir es dahin gebracht, daſs unſre Reſultate nach allen Correctionen nur um einige Tauſendtel eines Gramms von einander abwichen, ob ſie gleich bei ſehr verſchiedenen Zuſtänden der Atmoſphäre erhalten worden ſind. Die Ausdehnung des Glaſes nach der Länge wurde für jeden Grad der hunderttheiligen Thermometerſcale angenommen zu 0,00000087572, nach den Verſuchen der Herren Laplace und Lavoiſier. Dieſes drei Mahl genommen, giebt die Ausdehnung des Volumens, gleich 0,00002627 16."

Es ſey bei einem Barometerſtande von p Mètres, und einer Temperatur von t Centeſimalgraden, der Gewichtsunterſchied des leeren Ballons und des Ballons voll Luft $= A$. Die Ausdehnung wegen des Glaſes für 1° Wärme ſey k oder 0,00002627 16 = die Ausdehnung des Queckſilbers für 1° Wärme ſey $\frac{1}{5412}$ des Volumens bei 0° Wärme; und endlich bezeichne T die Spannung des in der Luft enthaltenen Waſſerdampfs. Folgende Formel giebt dann den Gewichtsunterſchied (A), wie er bei 0° Wärme bei 0,76 Mètres Druck und bei einem Abwägen im luftleeren Raume ſich gefunden haben würde,

nicht immer genau dieselbe ist, als die Temperatur der umgebenden Luft, so bestimmt man sie nach einem in dem Barometerbrette angebrachten Thermometer.

Diese Correction wegen der Temperatur reicht indefs noch nicht hin. Man mufs die beobachteten Barometerhöhen auch auf *einerlei Schwere* reduciren. Es mögen (h) und h die auf einerlei Temperatur reducirten Barometerhöhen an der untern und an der obern Station bezeichnen, so werden sie, da $(g) = g \cdot \frac{(a+h)^2}{(a+r)^2}$ ist, wenn man die Barometerhöhe der obern Station auf die Schwere in der untern Station reducirt, (h) und $\frac{h}{\left(1+\frac{r}{a}\right)^2}$; also

$$\log \frac{(p)}{p} = \log \frac{(h)}{h} + 2 \log \left(1+\frac{r}{a}\right)$$

Oder, da $\frac{r}{a}$ eine sehr kleine Gröfse, und daher *log nat* $\left(1+\frac{r}{a}\right)$ von $\frac{r}{a}$, folglich *log Brigg.* $\left(1+\frac{r}{a}\right)$ von $0{,}4342945 \cdot \frac{r}{a}$ nicht merklich verschieden ist,

$$\log \frac{(p)}{p} = \log \frac{(h)}{h} + 0{,}868589 \cdot \frac{r}{a} \quad \text{(VIII)}$$

Der Coefficient 18336 Met. ist nur unter dem Parallelkreise von 50° ganz genau. Er verändert sich mit der Breite, und zwar im verkehrten Verhältnisse mit der Schwere (g). Nach dem dritten Buche der *Méc. céleste*, No. 42, ist aber, wenn [g]

die Schwere unter dem Aequator, und ψ die Breite bedeutet, unter welcher die Schwere (g) ist,

$$(g) = \overline{[g]} \cdot \left\{1 + \frac{0{,}004208}{0{,}739502} \cdot \text{sin.}^2\psi\right\}$$

und hieraus folgt, dafs der Coefficient, welcher unter 50° Breite 18336 Met. ist, unter einer Breite ψ seyn müsse $18336^{M} \cdot (1 + 0{,}002845 \cdot \text{cos.}\, 2\psi)$. (IX)

Setzen wir nun alle diese Correctionen in die Formel (VII), und statt r' seinen Werth durch r ausgedruckt, so haben wir

$$r = 18336^{M} \cdot \left\{1 + 0{,}002845 \cdot \text{cos.}\, 2\psi\right\} \cdot \left(1 + \frac{(t'+t)}{2} \cdot 0{,}00375\right) \cdot$$
$$\left\{\left(1 + \frac{r}{a}\right) \cdot \log\frac{(h)}{h} + \frac{r}{a} \cdot 0{,}868589\right\} \quad \text{(X)}$$

Für den Werth von r nehme man in dem vierten Factor rechts vom Gleichheitszeichen, den Werth, welchen die Formel X giebt, wenn man in diesem Factor $r = 0$ setzte; und man setze $a = 6366198^{m}$. Beides läfst sich ohne merklichen Fehler thun.

Die Correctionen, welche auf den Veränderungen der Schwere mit der Breite und mit der Höhe beruhen, sind sehr klein. Da sie aber gewifs sind, so ist es nützlich, sie mitzunehmen, damit in der Rechnung nur die unvermeidlichen Fehler der Beobachtungen mit eingehen, und die, welche von den nicht bekannten Anziehungen der Berge herrühren, von dem hygrometrischen Zustande der Luft, (auf den es nöthig wäre mit zu sehen,) und endlich von der Hypothese, die wir über die Abnahme der Wärme in der Atmosphäre gemacht haben.

Der hygrometrische Zustand der Luft liefse sich dadurch mit in Anschlag bringen, dafs man den Coefficienten von $\frac{t+t'}{2}$ in der vorstehenden Formel etwas vermehrte. Denn der Wasserdampf ist leichter als die Luft, und wenn die Temperatur wächst, so nimmt auch die Menge desselben zu, wenn die übrigen Umstände dieselben bleiben. Ich finde, dafs den Beobachtungen im Ganzen genommen ziemlich gut Genüge geschieht, wenn man in dieser Formel statt $\frac{(t+t')}{2} \cdot 0{,}00375$ die Gröfse $\frac{2(t+t')}{1000}$ setzt;*) wodurch die Formel zu folgender wird:

$$r = 1853^{M} \cdot \left\{1 + 0{,}001845 \cdot \cos. 2\psi\right\} \cdot \left\{1 + \frac{2(t+t')}{1000}\right\} \cdot \left\{\left(1 + \frac{r}{a}\right) \cdot \log\frac{(h)}{k} + \frac{r}{a} \cdot 0{,}868589\right\}. \quad (XL.)^{**})$$

*) Mehreres hierüber im folgenden Aufsatze. *G.*

**) Eine Vergleichung dieser Formel mit der De Lüc'schen in Aufsatz V. *G.*

die Schwere unter dem Aequator, und ψ die Breite bedeutet, unter welcher die Schwere (g) ist,

$$(g) = \overline{[g]} \cdot \left\{1 + \frac{0{,}004208}{0{,}739502} \cdot \text{sin.}^2\psi\right\},$$

und hieraus folgt, dass der Coefficient, welcher unter 50° Breite 18336 Met. ist, unter einer Breite ψ seyn müsse $18336^{M}.(1 + 0{,}002845.\text{cos.}2\psi)$. (IX)

Setzen wir nun alle diese Correctionen in die Formel (VII), und statt r' seinen Werth durch r ausgedruckt, so haben wir

$$r = 18336^{M}.\left\{1 + 0{,}002845.\text{cos.}2\psi\right\}.\left(1 + \frac{(t'+t)}{2}.0{,}00375\right) - \left\{\left(1 + \frac{r}{a}\right).\log\frac{(h)}{h} + \frac{r}{a}.0{,}868589\right\} \quad (X)$$

Für den Werth von r nehme man in dem vierten Factor rechts vom Gleichheitszeichen, den Werth, welchen die Formel X giebt, wenn man in diesem Factor $r = 0$ setzte; und man setze $a = 6366198^{m}$. Beides läßt sich ohne merklichen Fehler thun.

Die Correctionen, welche auf den Veränderungen der Schwere mit der Breite und mit der Höhe beruhen, sind sehr klein. Da sie aber gewiss sind, so ist es nützlich, sie mitzunehmen, damit in der Rechnung nur die unvermeidlichen Fehler der Beobachtungen mit eingehen, und die, welche von den nicht bekannten Anziehungen der Berge herrühren, von dem hygrometrischen Zustande der Luft, (auf den es nöthig wäre mit zu sehen,) und endlich von der Hypothese, die wir über die Abnahme der Wärme in der Atmosphäre gemacht haben.

Der hygrometrische Zustand der Luft liefse sich dadurch mit in Anschlag bringen, dafs man den Coefficienten von $\frac{t+t'}{2}$ in der vorstehenden Formel etwas vermehrte. Denn der Wasserdampf ist leichter als die Luft, und wenn die Temperatur wächst, so nimmt auch die Menge desselben zu, wenn die übrigen Umstände dieselben bleiben. Ich finde, dafs den Beobachtungen im Ganzen genommen ziemlich gut Genüge geschieht, wenn man in dieser Formel statt $\frac{(t+t')}{2} \cdot 0{,}00375$ die Gröfse $\frac{3(t+t')}{1000}$ setzt; *) wodurch die Formel zu folgender wird:

$$r = 18336^{M} \cdot \left\{1 + 0{,}005845 \cdot \cos. 2\psi\right\} \cdot \left\{1 + \frac{3(t+t')}{1000}\right\} \cdot \left\{\left(1 + \frac{r'}{a}\right) \cdot \log \frac{(h)}{h} + \frac{r'}{a} \cdot 0{,}868589\right\}. \quad \text{(XI.)} \; **)$$

*) Mehreres hierüber im folgenden Aufsatze. G.

**) Eine Vergleichung dieser Formel mit der De Lüc'schen in Aufsatz V. G.

Höhenmeſſungen durch das Barometer, und ψ die Breite des Orts der Beobachtung, ſo iſt

$$C = \frac{M \,.\, \Delta \,.\, 0^{m},76}{(1 + 0{,}002845 \,.\, \text{cof. } 2\,\psi)};$$

eine Formel, welche ſich leicht aus der ableiten läſst, welche Herr Laplace in der *Mécanique céleſte*, t. 4, p. 293, giebt. *)

Setzt man in dieſer Formel für Δ die vier Werthe, welche aus den vorigen Beſtimmungen für die Breite von 45° flieſsen; ſo erhält man folgende vier Werthe für den barometriſchen Coefficienten der Formel des Herrn Laplace:

$$C = \begin{cases} 18316^{m},1 \\ 18311^{m},8 \\ 18211^{m},3 \\ 18317^{m},0 \end{cases}$$

Mittel $18316^{m},6$

Das Mittel aus dieſen vier Reſultaten weicht von keinem um volle 6 Einer ab; und das würde auf die Höhe des Chimboraço nicht mehr als ein (?) Mètre betragen. **)

*) Dieſes Citat weiſt auf Formel (XI) des vorſtehenden Aufſatzes. In meinen Erläuterungen zu Formel (I) und (VI) habe ich dieſen Coefficienten dort abgeleitet: $C = \frac{M \,.\, \Delta \,.\, 0^{m},76}{(g)}$, und (g) hat nach Formel (IX) den Werth, der demſelben hier beigelegt wird. *Gilb.*

**) Dieſer Coefficient wird bedeutend kleiner, wenn man für Δ den Werth nimmt, auf welchen meine

keinen Einfluſs habe, hängt davon ab, ob ſie alle bei gleicher Temperatur gewogen worden ſind oder nicht, worüber uns Herr Biot wahrſcheinlich künftig belehren wird.

Um das Gewicht des *Queckſilbers* mit der möglichſten Genauigkeit zu erhalten, wählten die Herren Biot und Arago nach einigen Verſuchen folgendes Verfahren. Sie nahmen einen kleinen gläſernen Kolben, (Taf. II,) der einen ſehr engen Hals hatte, und deſſen Mündung eben abgeſchliffen war, und füllten ihn langſam mit deſtillirtem Queckſilber, das ſie von Hrn. Berthollet erhalten hatten. Dieſes lieſsen ſie aus Trichtern mit haarförmigen Röhren hinein laufen, damit die Luft langſam und ſo genau als möglich möchte heraus getrieben werden, ſetzten dann den Kolben in ein Sandbad, und brachten das Queckſilber zum Kochen, um die kleine Lage Waſſerdunſt davon zu jagen, mit der das Glas ſtets überzogen iſt. Als das Queckſilber noch eine bedeutend hohe Temperatur hatte, ſetzten ſie den Kolben unter den Recipienten der Luftpumpe, um noch vollends alle Luft heraus zu ziehen; doch zeigte ſich dabei weiter keine Spur derſelben. Sie warteten einen ganzen Tag, damit die Maſſe bis zur Temperatur der Luft herab kommen möchte, und lieſsen von Zeit zu Zeit etwas Queckſilber hinzu laufen, ſo wie dieſes ſich bei abnehmender Temperatur verdichtete. Als endlich ſehr empfindliche Thermometer, die ſie an die Auſsenſeite hielten, keine Verſchiedenheit der Temperatur von der der

Luft zeigten, ſchoben ſie eine matt geſchliffene Glasebene über die Mündung des Kolbens, um das über dem Niveau der Mündung ſtehende Queckſilber zu entfernen, und wogen das Ganze mit gröſster Vorſicht.

Geſchah dieſes Wägen bei einer Temperatur von t Centeſimalgraden, und bezeichnen wir das Gewicht des Queckſilbers auf den luftleeren Raum reducirt, (d. h., das Gewicht das Ganzen, weniger des Gewichts des luftleeren Kolbens, vermehrt um das Gewicht eines dem Ganzen gleichen Luftvolums,) bei dieſer Temperatur t mit X, dagegen bei der Temperatur o mit (X), ſo iſt

$$(X) = \frac{X\left(1 + \frac{t}{5412}\right)}{(1 + kt)}$$

voraus geſetzt, daſs k dieſelbe Bedeutung hat, wie zuvor, und daſs das Queckſilber ſich für jeden Grad des Centeſimalthermometers um $\frac{1}{5412}$ des Volums, das es bei o° Wärme hat, ausdehnt. So fanden die Herren Lavoiſier und Laplace dieſe Ausdehnung, und davon weichen die Beſtimmungen einer Commiſſion der Londner Societät nur äuſserſt wenig ab, denen gemäſs dieſe Ausdehnung $\frac{1}{5434}$ ſeyn würde. (*Philoſ. Transact.*, Vol. 67.) *)

*) Der Glaskolben faſste nämlich nach dem Verhältniſſe mehr Queckſilber, nach welchem der Inhalt des Glaſes mit der Wärme zunahm, und nach dem Verhältniſſe weniger, nach welchem das Queckſilber ſich in der Wärme ausdehnte. *Gilb.*

Sie gilt vom Froſt- bis zum Siedepunkte des Waſſers; dieſes folgt aus den Verſuchen Gay-Luſſac's.

Die erſte Abwägung des Queckſilbers wurde am 16ten März vorgenommen. Der Barometerſtand war $0^m,7439$; ſo wohl das am Barometer als das in der Luft befindliche Thermometer ſtanden auf $12°,5$; der Kolben wog leer $172^g,240$, und voll Queckſilber $1515^g,229$; und es betrug daher das Gewicht des Queckſilbers beim Wägen in der Luft $1342^g,989$. Zu Folge eines Verſuchs, von dem wir ſogleich reden wollen, war das Volumen des groſsen Ballons, der zum Wägen der atmoſphäriſchen Luft gedient hatte, ſehr nahe 56,40 Mahl gröſser als das Volumen des Kolbens, worin das Queckſilber gewogen wurde; und da die Luft in jenem bei den Umſtänden dieſes Verſuchs $6^g,756395$ gewogen haben würde, ſo muſste die Luftmaſſe, welche das im Kolben befindliche Queckſilber aus der Stelle drückte, $0^g,11981$ betragen; und dieſes Gewicht iſt dem obigen hinzu zu fügen, um es auf den luftleeren Raum zu reduciren. Dieſes giebt in dieſem Falle $X = 1343^g,10881$; und daraus folgt das Gewicht des Queckſilbers im Kolben, bei 0° Temperatur, und im luftleeren Raume, $(X) = 1345^g,769016$.

Zum zweiten Mahle wurde in demſelben Kolben das Queckſilber am 21ſten Julius gewogen. Die Temperatur der Luft und am Barometer war $20°,6$ und der Barometerſtand $0^m,7580$; und es betrug folglich das Gewicht des Luftvolums, welches

Luft zeigten, ſchoben ſie eine matt geſchliffene Glasebene über die Mündung des Kolbens, um das über dem Niveau der Mündung ſtehende Queckſilber zu entfernen, und wogen das Ganze mit gröſster Vorſicht.

Geſchah dieſes Wägen bei einer Temperatur von t Centeſimalgraden, und bezeichnen wir das Gewicht des Queckſilbers auf den luftleeren Raum reducirt, (d. h., das Gewicht das Ganzen, weniger des Gewichts des luftleeren Kolbens, vermehrt um das Gewicht eines dem Ganzen gleichen Luftvolums,) bei dieſer Temperatur t mit X, dagegen bei der Temperatur o mit (X), ſo iſt

$$(X) = \frac{X\left(1 + \frac{t}{5412}\right)}{(1 + kt)}$$

voraus geſetzt, daſs k dieſelbe Bedeutung hat, wie zuvor, und daſs das Queckſilber ſich für jeden Grad des Centeſimalthermometers um $\frac{1}{5412}$ des Volums, das es bei o° Wärme hat, ausdehnt. So fanden die Herren Lavoiſier und Laplace dieſe Ausdehnung, und davon weichen die Beſtimmungen einer Commiſſion der Londner Societät nur äuſserſt wenig ab, denen gemäſs dieſe Ausdehnung $\frac{1}{5434}$ ſeyn würde. (*Philoſ. Transact.*, Vol. 67.) *)

*) Der Glaskolben faſste nämlich nach dem Verhältniſſe mehr Queckſilber, nach welchem der Inhalt des Glaſes mit der Wärme zunahm, und nach dem Verhältniſſe weniger, nach welchem das Queckſilber ſich in der Wärme ausdehnte. *Gilb.*

ren Reſultate verſchlagen ſehn, welches ſie geben, wenn man ſie alle erwägt. *)

*) Irre ich mich nicht, ſo folgert Herr Biot aus der Uebereinſtimmung ſeiner Berechnungen mit dem Reſultate der Unterſuchungen, welche Herr Ramond über den Coefficienten der Laplace'ſchen Formel angeſtellt hat, mehr zu Gunſten beider, als darin in der That liegt. Herr Laplace hatte zuerſt den Coefficienten De Luc's beibehalten, ihn nur von Toiſen auf Mètres und von $16\frac{3}{4}°$ R. auf 0° Wärme reducirt. Herr Ramond erhöhte in ſeiner erſten Abhandlung dieſen Coefficienten von $17971^{m},1$ auf 18393^{m}, und in der zweiten Abhandlung ſetzte er ihn wieder auf 18336 Toiſen herab. Herr Biot ſchlieſst, weil dies ein Mittel aus ſehr vielen Beobachtungen unter ſehr verſchiedenen Umſtänden ſey, müſſe die Zahl für einen Zuſtand der Luft gelten, der in der Mitte zwiſchen völliger Trockenheit und völliger Feuchtigkeit liege. Allein Ein Mahl dürfte die Luft im Mittel dem Zuſtande gröſster Feuchtigkeit ziemlich viel näher, als dem gröſster Trockenheit kommen; und zweitens wird man aus der folgenden Anmerkung ſehen, warum ein ſolches aus der Erfahrung abſtrahirtes Mittel höchſt wahrſcheinlich ſelbſt über den Werth hinaus fallen muſs, welchen der Coefficient haben würde, wenn die ganze Luftſäule bei einer gleichförmigen Temperatur von 0° Wärme im höchſten Grade feucht wäre. In dieſem Falle käme die Beſtimmung des Coefficienten, welche aus meiner Hypotheſe über das ſpecifiſche Gewicht des Waſſerdampfs folgt, (18196 für trockene, 18317 für

Höhenmeſſungen durch das Barometer, und ψ die Breite des Orts der Beobachtung, ſo iſt

$$C = \frac{M \,.\, \Delta \,.\, 0^m,76}{(1 + 0{,}002845 \,.\, \text{cof. } 2\,\psi)};$$

eine Formel, welche ſich leicht aus der ableiten läſst, welche Herr Laplace in der *Mécanique céleſte*, t. 4, p. 293, giebt. *)

Setzt man in dieſer Formel für Δ die vier Werthe, welche aus den vorigen Beſtimmungen für die Breite von 45° fliefsen; ſo erhält man folgende vier Werthe für den barometriſchen Coefficienten der Formel des Herrn Laplace:

$$C = \begin{cases} 18316^m,1 \\ 18311^m,8 \\ 18211^m,3 \\ 18317^m,0 \end{cases}$$

Mittel $18316^m,6$

Das Mittel aus dieſen vier Reſultaten weicht von keinem um volle 6 Einer ab; und das würde auf die Höhe des Chimboraço nicht mehr als ein (?) Mètre betragen. **)

*) Dieſes Citat weiſt auf Formel (XI) des vorſtehenden Aufſatzes. In meinen Erläuterungen zu Formel (I) und (VI) habe ich dieſen Coefficienten dort abgeleitet: $C = \frac{M \,.\, \Lambda \,.\, 0^m,76}{(g)}$, und (g) hat nach Formel (IX) den Werth, der demſelben hier beigelegt wird. *Gilb.*

**) Dieſer Coefficient wird bedeutend kleiner, wenn man für Δ den Werth nimmt, auf welchen meine

äuſserſter Feuchtigkeit findet ſich der Werth von T aus der mehrmahls citirten Formel des Herrn La-

ganzen Luftſäule überall derſelbe, und alſo Luft- und Dampf in ihrer Spannung durchgängig in einerlei Verhältniſs ſind; und daſs 2. die Laplace'ſche Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts des Waſſerdampfs die wahre ſey. Unter beiden Vorausſetzungen verhalten ſich die Coefficienten C für trockene und C' für feuchte Luft, verkehrt wie die ſpecifiſchen Gewichte der trockenen und feuchten Luft bei $0^m,76$ Druck und 0° Wärme, (denn hierfür ſind Δ und T beſtimmt, und durch die Correction wegen der Wärme werden andere Temperaturen auf dieſe reducirt;) und es iſt $C : C' = \frac{0^m,76 - \frac{2}{7}T}{0^m,76} : 1$, oder $C' = \frac{C}{1 - \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}}$. Entwickelt man dieſen Bruchwerth in eine Reihe, ſo wird $C' = C\left[1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76} + \left(\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}\right)^2 + \ldots\right]$ und ſchon die zweite Potenz iſt hier ſo klein, daſs ſie nicht mehr in Betracht kommt, da ſelbſt im Falle höchſter Feuchtigkeit $\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}$ nur $\frac{1}{121}$ iſt. In ſo fern man aber $18316,6\left(1 + \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}\right)$ für $\frac{18316,6}{1 - \frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}}$ nehmen darf, iſt Hr. Biot berechtigt, wie er es weiterhin thut, $\frac{2}{7} \cdot \frac{T}{0,76}$ für die *Correction wegen des Waſſerdampfs* auszugeben.

Meiner Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts des Waſſerdampfs entſprechend verhalten ſich die ſpecifiſchen Gewichte von trockener und von feucht

Höhenmeſſungen durch das Barometer, und ψ die Breite des Orts der Beobachtung, ſo iſt

$$C = \frac{M \,.\, \Delta \,.\, 0^{m},76}{(1 + 0{,}002845 \,.\, \text{col.}\, 2\psi)};$$

eine Formel, welche ſich leicht aus der ableiten läſst, welche Herr Laplace in der *Mécanique céleſte*, t. 4, p. 293, giebt. *)

Setzt man in dieſer Formel für Δ die vier Werthe, welche aus den vorigen Beſtimmungen für die Breite von 45° flieſsen; ſo erhält man folgende vier Werthe für den barometriſchen Coefficienten der Formel des Herrn Laplace:

$$C = \begin{cases} 18316^{m},1 \\ 18311^{m},8 \\ 18211^{m},3 \\ 18317^{m},0 \end{cases}$$

Mittel $18316^{m},6$

Das Mittel aus dieſen vier Reſultaten weicht von keinem um volle 6 Einer ab; und das würde auf die Höhe des Chimboraço nicht mehr als ein (?) Mètre betragen. **)

*) Dieſes Citat weiſt auf Formel (XI) des vorſtehenden Aufſatzes. In meinen Erläuterungen zu Formel (I) und (VI) habe ich dieſen Coefficienten dort abgeleitet: $C = \frac{M \,.\, \Delta \,.\, 0^{m},76}{(g)}$, und (g) hat nach Formel (IX) den Werth, der demſelben hier beigelegt wird. *Gilb.*

**) Dieſer Coefficient wird bedeutend kleiner, wenn man für Δ den Werth nimmt, auf welchen meine

etz noch nicht durch genaue Verſuche aufgefunden ſt. Der Coefficient der Dilatation 0,00375 bleibt ibrigens, wie bei völlig trockener Luft.

erwähnten Vorausſetzungen gemäſs; ſo wird man zwar die Correction wegen der Wärme ſehr genau erhalten, (abgeſehen von zufälligen Unregelmäſsigkeiten;) aber die Correction wegen der Feuchtigkeit muſs bedeutend zu klein ausfallen. Man müſste ſie für eine Temperatur berechnen, welche der höhern Temperatur t viel näher läge, als der niedrigern t', indem bei gröſserer Wärme die Elaſticität des Waſſerdampfs ſehr viel ſchneller als in niedrigern Temperaturen abnimmt. So z. B. gehören nach Dalton zuſammen folgende

emperaturen:
$-10°$; $-5°$; $0°$; $+5°$; $+10°$; $+15°$; $+20°$; $+25°$
laſtic. d. Waſſerdampfs:
$0'',104$; $0'',144$; $0'',200$; $0'',273$; $0'',375$; $0'',507$; $0'',676$; $0'',910$

die erſtern nach Graden des Centeſimal-Thermometers, die letztern nach engl. Zollen gerechnet. Wäre alſo bei einer Barometermeſſung unter dem Aequator $t = 25°$ und $t' = -10°$ geweſen, und nimmt man $-10° + \frac{35°}{2} = 7°,5$ für die gleichförmige Wärme, und den ihr entſprechenden Werth von $T' = \frac{0,322}{30}$ für die gleichmäſsige Elaſticität des Waſſerdampfs in allen Theilen der Luftſäule; und berechnet, dieſen Vorausſetzungen gemäſs, die Correction wegen der Wärme und wegen der Feuchtigkeit: ſo muſs die erſtere der Wahrheit nahe kommen, die letztere aber offenbar viel zu klein werden. Denn von 25° bis 7°,5 nimmt die Elaſticität des Waſſerdampfs von $0'',910$ bis $0'',322$ oder um

und zu Folge der Verſuche Dalton's. *) D
ſpecifiſche Gewicht des Waſſerdampfs iſt aber
$\frac{10}{24}$ von dem ſpecifiſchen Gewichte der atmoſphä
ſchen Luft bei gleicher Spannung. Folglich m
bei einer Temperatur von o°, völlig feuchte Luft
$\frac{5}{7} \cdot \frac{61}{760}$, oder nahe um $\frac{1}{521}$ ſpecifiſch leichter ſey
als völlig trockne Luft; und nach demſelben V
hältniſſe, wonach das ſpecifiſche Gewicht der L
abnimmt, nimmt nothwendig der barometriſc
Coefficient zu. Dieſes beträgt $35^m,2$ und er kömm
dadurch auf $18351^m,8$. Das Mittel aus beid
Coefficienten, dem für trockene Luft, ($18316,6$
und dem für Luft, die mit Feuchtigkeit geſättigt i
($18351,8$,) nämlich 18334 Mètres, muſs, da d
Luft weder vollkommen feucht, noch völlig trock
iſt, der Wahrheit am nächſten kommen. **)

*) Nach dieſen Verſuchen, (welche die *Laplace'ſ*
Formel, *Annalen*, XXV, 432, darſtellen ſoll,)
nämlich die Elaſticität des Waſſerdampfs bei o° W
me $\frac{0,200}{30} \cdot o^m,76 = o^m,0051$. *Gilb.*

**) Alle dieſe Schlüſſe gründen ſich auf die Beſti
mung des ſpecifiſchen Gewichts des Waſſerdamp
durch Herrn Laplace. Verhält es ſich dageg
mit dem Waſſerdampfe auf die Art, wie ich es a
Dalton's Anſichten und Verſuchen folgern
müſſen geglaubt habe, ſo kommen wir hier
ganz andere Zahlen. Geſetzt, die ganze Luftſä
zwiſchen beiden Stationen ſey *durchgehends*
o° *Wärme und völlig feucht*. (Vorausſetzung
welche Herrn Biot's Berechnungen zum Grun

„Dieſer Coefficient läſst ſich auch auf eine indirecte Weiſe finden, aus Barometerſtänden auf Ber-

liegen,) ſo müſſen ſich die Gewichte der ganzen Luftſäule, zwiſchen den beiden Stationen, im Fall die Luft völlig feucht, und im Fall ſie völlig trocken iſt, zu einander gerade ſo verhalten, als die ſpecifiſchen Gewichte völlig feuchter Luft und völlig trockener Luft bei $0^m,76$ Druck und 0° Wärme; denn in beiden Fällen nimmt dann die Dichtigkeit der Luft mit der Höhe nach einerlei Geſetze ab. Nun aber iſt, wie wir oben S. 166, Anmerk., geſehn haben, nach meiner Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts des Waſſerdampfs, das ſpecifiſche Gewicht feuchter Luft $\frac{p - T.(1 - 0,7\,T')}{p}$ vom ſpecifiſchen Gewichte völlig trockner Luft, wenn beide unter $t°$ Wärme und p Mètres Druck ſtehn. Folglich würde in unſerm Falle, wo $T' = \frac{0,200}{30} = 0,00673$, $T = 0^m,76$. $T' = 0^m,0051$ u. $p = 0^m,76$ iſt, die Luft im Zuſtande völliger Feuchtigkeit um $\frac{0,005077}{0,76} = 0,00668$ Theile leichter, als die Luft im Zuſtande völliger Trockenheit ſeyn; und um eben ſo viel länger müſſte eine Luftſäule, die durchgehends 0° Wärme hätte, im Falle völliger Feuchtigkeit als im Falle völliger Trockenheit ſeyn, wenn beide gleich viel wiegen ſollten. Für völlig feuchte Luft, die durchgehends von 0° Wärme wäre, müſſte folglich der barometriſche Coefficient um $0,00668 : 18196$, das iſt, um 121,5 gröſser, alſo $C = 18317$ ſeyn. Das Mittel aus dieſer Beſtimmung und der für völlig trockene Luft iſt $\frac{18196 + 18317}{2}$ oder $C = 18262$.

Gilbert.

gen, deren Höhe durch trigonometrische Messungen bekannt ist. Mehrere Physiker haben sich bemüht, ihn auf diese Weise zu bestimmen, und lange Zeit war das der Gegenstand der Alpenreisen der Herrn Deluc und Sauffure. Herr Ramond hat durch Vergleichung ihrer Resultate mit vielfachen und genauen Beobachtungen, die er selbst in den Pyrenäen angestellt hatte, den Werth desselben auf 18336 Mètres fest gesetzt, und gezeigt, dafs mit diesem Coefficienten die Formel des Herrn Laplace die Höhe der Berge genauer, als jede andere Formel, und der Wahrheit aufserordentlich nahe giebt, so dafs sich diese Zahl für das definitive Resultat der Barometer-Beobachtungen nehmen läfst. Unsre Versuche bestätigen sie aufs beste, ohne daran etwas zu ändern. Denn der geringe Unterschied von 2 Mètres würde die Höhe des Chimboraço nicht um einen Mètre verschieden geben. Diese Uebereinstimmung beweist eines Theils die Genauigkeit des Beobachters, und die Richtigkeit seiner Kritik, mit der er die Resultate abgewogen hat, auf welche die variabeln Modificationen der Atmosphäre Einfluss haben; auf der andern Seite zeigt sie, dafs die Formeln, deren wir uns zur Reduction unsrer Versuche bedient haben, sehr genau sind, und wie nöthig es war, in sie alle die kleinen Umstände, auf die wir gesehen haben, mit einzuführen. Wollte man auch nur einen einzigen derselben vernachlässigen, so würde man sich sehr weit von dem wah-

ren

a Reſultate verſchlagen ſehn, welches ſie geben, nn man ſie alle erwägt. *)

*) Irre ich mich nicht, ſo folgert Herr Biot aus der Uebereinſtimmung ſeiner Berechnungen mit dem Reſultate der Unterſuchungen, welche Herr Ramond über den Coefficienten der Laplace'ſchen Formel angeſtellt hat, mehr zu Gunſten beider, als darin in der That liegt. Herr Laplace hatte zuerſt den Coefficienten De Luc's beibehalten, ihn nur von Toiſen auf Mètres und von $16\frac{1}{4}$° R. auf 0° Wärme reducirt. Herr Ramond erhöhte in ſeiner erſten Abhandlung dieſen Coefficienten von 17971^{m},1 auf 18393^{m}, und in der zweiten Abhandlung ſetzte er ihn wieder auf 18336 Toiſen herab. Herr Biot ſchlieſst, weil dies ein Mittel aus ſehr vielen Beobachtungen unter ſehr verſchiedenen Umſtänden ſey, müſſe die Zahl für einen Zuſtand der Luft gelten, der in der Mitte zwiſchen völliger Trockenheit und völliger Feuchtigkeit liege. Allein Ein Mahl dürfte die Luft im Mittel dem Zuſtande gröſster Feuchtigkeit ziemlich viel näher, als dem gröſster Trockenheit kommen; und zweitens wird man aus der folgenden Anmerkung ſehen, warum ein ſolches aus der Erfahrung abſtrahirtes Mittel höchſt wahrſcheinlich ſelbſt über den Werth hinaus fallen muſs, welchen der Coefficient haben würde, wenn die ganze Luftſäule bei einer gleichförmigen Temperatur von 0° Wärme im höchſten Grade feucht wäre. In dieſem Falle käme die Beſtimmung des Coefficienten, welche aus meiner Hypotheſe über das ſpecifiſche Gewicht des Waſſerdampfs folgt, (18196 für trockene, 18317 für

V.

Noch einige Bemerkungen über das Meſſen der Höhen mit dem Barometer und über die Formel des Hrn. De La Place,

von

G I L B E R T.

Ich behalte hier die Bedeutung der Zeichen bei, welche ihnen Herr Laplace in dem dritten Aufſatze dieſes Hefts gegeben hat. Grade des Reaumür'ſchen Thermometers bezeichne ich an der untern Station mit τ, an der obern mit τ'; (p) bedeuten die beobachteten, (h) die corrigirten Barometerhöhen an der untern, p, h an der obern Station.

Herr De Luc hat ſich um das Höhenmeſſen mit dem Barometer durch ſeine mühſamen und ſorgfältigen Unterſuchungen ein ſo groſses Verdienſt erworben, daſs es billig iſt, jede andere Regel gegen die ſeinige zu halten, und nachzuſehen, worin ſie dieſe verbeſſert.

Bekanntlich zieht Hr. De Luc aus ſeinen Unterſuchungen das Reſultat, daſs, wofern keine unregelmäſsigen Einflüſſe, (z. B. Wind und andere Zufälligkeiten der Witterung,) das Gleichgewicht der Luftſäule ſtören, die ſich zwiſchen den beiden Stationen befindet, die einfachſte aller Formeln

äſserſter Feuchtigkeit findet ſich der Werth von T is der mehrmahls citirten Formel des Herrn La-

ganzen Luftſäule überall derſelbe, und alſo Luf- und Dampf in ihrer Spannung durchgängig in einerlei Verhältniſs ſind; und daſs 2. die Laplace'ſche Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts des Waſſerdampfs die wahre ſey. Unter beiden Vorausſetzungen verhalten ſich die Coefficienten C für trockene und C' für feuchte Luft, verkehrt wie die ſpecifiſchen Gewichte der trockenen und feuchten Luft bei $0^m,76$ Druck und 0° Wärme, (denn hierfür ſind $\triangle$ und T beſtimmt, und durch die Correction wegen der Wärme werden andere Temperaturen auf dieſe reducirt;) und es iſt $C : C' = \frac{0^m,76 - \frac{3}{7}T}{0^m,76} : 1$, oder $C' = \frac{C}{1 - \frac{3}{7} \cdot \frac{T}{0,76}}$. Entwickelt man dieſen Bruchwerth in eine Reihe, ſo wird $C' = C\left[1 + \frac{3}{7} \cdot \frac{T}{0,76} + \left(\frac{3}{7} \cdot \frac{T}{0,76}\right)^2 + \ldots\right]$ und ſchon die zweite Potenz iſt hier ſo klein, daſs ſie nicht mehr in Betracht kommt, da ſelbſt im Falle höchſter Feuchtigkeit $\frac{3}{7} \cdot \frac{T}{0,76}$ nur $\frac{1}{121}$ iſt. In ſo fern man aber $18316,6\left(1 + \frac{3}{7} \cdot \frac{T}{0,76}\right)$ für $\frac{18316,6}{1 - \frac{3}{7} \cdot \frac{T}{0,76}}$ nehmen darf, iſt Hr. Biot berechtigt, wie er es weiterhin thut, $\frac{3}{7} \cdot \frac{T}{0,76}$ für die *Correction wegen des Waſſerdampfs* auszugeben.

Meiner Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts des Waſſerdampfs entſprechend verhalten ſich die ſpecifiſchen Gewichte von trockener und von feucht

place; in den übrigen Fällen ist die Spannung nach dem Hygrometerstande zu reduciren, wozu das Ge-

ter Luft bei $o^m,76$ Druck und $o°$ Wärme, wie $1 : 1 - \frac{T}{0,76}(1 - 0,7\,T')$, und wenn h die durch den Hygrometerstand bestimmte Zahl Saussure's bedeutet, ist $T = h \,.\, T' \,.\, 0,76$; also der barometrische Coefficient für feuchte Luft, oder $C' = \frac{18196}{1 - \frac{T}{0,76} \,.\, (1 - 0,7 \,.\, T')} = \frac{18196}{1 - (h - 0,7\,T')\,T'}$, wofür sich ohne merklichen Fehler nehmen läßt $18196\left[1 + \frac{T}{0,76}(1 - 0,7\,T')\right]$ oder $18196\,[1 + (h - 0,7 \,.\, T')\,T']$.

Die erste der oben erwähnten Voraussetzungen, unter welchen allein diese Bestimmungen gelten, findet in der Natur nicht Statt. Nie hat die Luftsäule zwischen beiden Stationen überall gleiche Wärme und Feuchtigkeit; die Wärme nimmt in der Regel in arithmetischer Progression ab, wenn die Höhe in ihr zunimmt; die Feuchtigkeit vermindert sich dagegen in einem viel schnellern Verhältnisse, wofür Herr Laplace und Herr Soldner Gesetze gegeben haben, welche die Dalton'schen Versuche darstellen. Giebt man daher das Mittel aus den Temperaturen in der untern und in der obern Station, oder $\frac{t + t'}{2}$, und die dieser Temperatur und dem Hygrometerstande entsprechende Spannung des Wasserdampfs T, gleichmäßig der Luftsäule in ihrer ganzen Ausdehnung, und berechnet dem zu Folge die Correctionen wegen der Wärme und wegen der Feuchtigkeit, der ersten der oben

etz noch nicht durch genaue Verſuche aufgefunden
t. Der Coefficient der Dilatation 0,00375 bleibt
brigens, wie bei völlig trockener Luft.

erwähnten Vorausſetzungen gemäſs; ſo wird man zwar die Correction wegen der Wärme ſehr genau erhalten, (abgeſehen von zufälligen Unregelmäſsigkeiten;) aber die Correction wegen der Feuchtigkeit muſs bedeutend zu klein ausfallen. Man müſste ſie für eine Temperatur berechnen, welche der höhern Temperatur t viel näher läge, als der niedrigern t', indem bei gröſserer Wärme die Elaſticität des Waſſerdampfs ſehr viel ſchneller als in niedrigern Temperaturen abnimmt. So z. B. gehören nach Dalton zuſammen folgende

Temperaturen:
$-10°$; $-5°$; $0°$; $+5°$; $+10°$; $+15°$; $+20°$; $+25°$
Elaſtic. d. Waſſerdampfs:
$0''{,}104$; $0''{,}144$; $0''{,}200$; $0''{,}273$; $0''{,}375$; $0''{,}507$; $0''{,}676$; $0''{,}910$

die erſtern nach Graden des Centeſimal-Thermometers, die letztern nach engl. Zollen gerechnet. Wäre alſo bei einer Barometermeſſung unter dem Aequator $t = 25°$ und $t' = -10°$ geweſen, und nimmt man $-10° + \frac{35°}{2} = 7°{,}5$ für die gleichförmige Wärme, und den ihr entſprechenden Werth von $T' = \frac{0{,}322}{30}$ für die gleichmäſsige Elaſticität des Waſſerdampfs in allen Theilen der Luftſäule; und berechnet, dieſen Vorausſetzungen gemäſs, die Correction wegen der Wärme und wegen der Feuchtigkeit: ſo muſs die erſtere der Wahrheit nahe kommen, die letztere aber offenbar viel zu klein werden. Denn von 25° bis 7°,5 nimmt die Elaſticität des Waſſerdampfs von $0''{,}910$ bis $0''{,}322$ oder um

Herr Laplace hat in ſeiner Formel für die barometriſchen Höhenmeſſungen die Correction wegen des Waſſerdampfs, $\frac{3}{7} \cdot \frac{T}{0,76}$, mit dem Coefficienten der Dilatation der Luft durch Wärme zuſammen gezogen, *) indem er dieſen Coefficienten in

o″,588, von da bis — 10° nur um o″,218 ab. Näher der Wahrheit würde das Mittel aus o″,910 und o″,104 oder o″,507 kommen, welches zu 15° Wärme gehört, aber auch dieſes müſste immer noch den Coefficienten zu klein geben. Wenn die Temperatur an der untern Station minder hoch iſt, ſo weicht zwar die wahre Correction wegen der Feuchtigkeit weniger von der ab, welche die Formel giebt; immer aber bleibt ſie gröſser als die letztere. Möchte Herr Soldner die vielen intereſſanten Folgerungen aus ſeinem allgemeinen Geſetze der Elaſticität der Dämpfe, mit denen er die Phyſiker in einem der vorigen Hefte dieſer Annalen beſchenkt hat, noch mit einer Verbeſſerung der Formel für barometriſche Höhenmeſſungen aus dieſem Geſichtspunkte bereichern! *Gilb.*

*) Dazu wäre Herr Laplace in ſo fern berechtigt, als auch die Spannung des in der Luft vorhandenen Waſſerdampfs eine Function der Wärme iſt, und durch t und t' beſtimmt wird; aber freilich nimmt ſie nicht der Wärme proportional ab, ſondern nach einer ſehr viel ſchnellern Progreſſion als dieſe. Die Theile der Formel, welche von der Feuchtigkeit und von der Wärme abhängen, ſind nach Herrn Biot's Berechnungen und nach der Laplace'ſchen Beſtimmung des ſpec. Gewichts de

der Formel $\frac{1}{250}$ ſetzt. In der That iſt die Summe der beiden Glieder $\frac{3}{7} \cdot \frac{T}{0,76} + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375$ immer ſehr nahe gleich $\frac{t+t'}{2} \cdot 0,004$ oder $2 \cdot \frac{t+t'}{1000}$, wenigſtens innerhalb der Gränzen, in denen die Beobachtungen in der Regel angeſtellt werden. *)

Waſſerdampfs folgende: $18316,6 \left(1 + \frac{3}{7} \cdot \frac{T}{0^m,76}\right) \left(1 + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375,\right)$ wofür man nehmen kann $18316,6 \left(1 + \frac{3}{7} \cdot \frac{T}{0^m,76} + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375\right)$, in ſo fern das Produkt aus den hintern Gliedern der beiden letzten Factoren unbedeutend iſt. Statt ihrer ſetzt Herr Laplace in ſeiner Formel indeſs nicht $18316,6 \left(1 + 2 \cdot \frac{t+t'}{1000}\right)$, wie man aus dem Vortrage des Herrn Biot ſchlieſsen ſollte, ſondern $18336 \left(1 + 2 \cdot \frac{t+t'}{1000}\right)$, welches einen etwas gröſsern Einfluſs der Feuchtigkeit voraus ſetzt. Daſs es indeſs mit dieſer Zuſammenziehung eigentlich eine andere Bewandtniſs hat, als es Herr Biot hier vorſtellt, und als es nach dem Vortrage des Hrn. Laplace, ſcheinen möchte, glaube ich in dem folgenden Aufſatze dargethan zu haben. *Gilb.*

*) Da $1 + \frac{2(t+t')}{1000} = \left(1 + \frac{t+t'}{2} \cdot 0,00375\right) \cdot \left(1 + \frac{0,125\,(t+t')}{1000}\right)$ iſt, ſo iſt dieſe letzte Verwandlung, welche Herr Laplace mit der Formel vornimmt, ſo gut, als wenn die Formel ſelbſt ungeändert bliebe, ſtatt deſſen aber der Ramond'ſche Coeffi-

cient 18336 in folgenden: $18336 . (1 + \frac{0{,}125 . (t+t')}{1000})$ verwandelt würde. In dem Falle, wenn $t + t' = 0$ ist, ändert dieſes den Coefficienten nicht; geſetzt indeſs auch, die Zahlbeſtimmung deſſelben ſey für eine Luftſäule, die durchgehends 0° Wärme und eine dieſer Wärme entſprechende Spannung des Waſſerdampfs habe, in aller Strenge wahr, ſo kann doch, ſelbſt für den angenommenen Fall, daſs $t+t' = 0$ ſey, die Formel nicht mit gleicher Genauigkeit in heiſsen und in kalten Klimaten, im Sommer und im Winter gelten. Denn, wie ich ſchon oben bemerkt habe, iſt ſelbſt die mittlere Spannung des in der Luftſäule befindlichen Waſſerdampfs höher oder niedriger, je nachdem die Temperatur an der untern Station höher oder niedriger iſt. Je höher über 0° Wärme das Mittel aus den Thermometerſtänden an beiden Stationen, $\frac{t+t'}{2}$ hinaus fällt, deſto gröſser wird zwar der Coefficient der Formel zu Folge der Verwandlung, welche Hr. Laplace mit derſelben vorgenommen hat; allein der Coefficient müſste nicht $\frac{t+t'}{2}$ proportional, ſondern nach einem viel höhern Verhältniſſe als das Mittel aus den Thermometerſtänden an beiden Stationen wachſen, ſollte die Formel für alle Fälle gleich gut paſſen. Daher wird ſie, wenn ſie für niedrigere Höhen im Sommer genau gilt, für gröſsere Höhen und im Winter der Wahrheit nicht ganz ſo nahe kommen, und beſonders muſs ſie in den heiſsen und feuchten Tropenregionen niedrige Höhen alle zu klein geben, wenn ſie ſie in den gemäſsigten Klimaten richtig giebt.

Doch dieſe und ähnliche Bemerkungen ſollen

nicht gegen die Bemühungen des Herrn De La Place ſprechen, die ich vielmehr mit der tiefſten Bewunderung für dieſen groſsen Gelehrten verehre: nur ſollen ſie uns daran erinnern, der Formel nicht eine Vollkommenheit zuzutrauen, auf die ſie nicht eher Anſpruch machen kann, als bis ſie mit ähnlicher Genauigkeit wie die Einwirkung der Wärme, den viel zuſammengeſetztern Einfluſs der Feuchtigkeit der Luft auf das Höhenmeſſen durch das Barometer darſtellen wird. *Gilb.*

Ich muſs ſogleich hier einen Irrthum des Gedächtniſſes anzeigen, in den ich ſchon im Aprilſtücke, (Band XXV, S. 362, flgg.,) und dann auch in der Anmerkung S. 157 dieſes Hefts gefallen bin. Ich habe nämlich an allen dieſen Stellen, wo ſtatt *g. nat. N.*, *M. log. Brigg. N.* geſetzt wird, *M* den Modulus des Briggiſchen Syſtems genannt. Das iſt aber falſch; vielmehr iſt dieſer Modulus, (0,4342944,) und *M*, = 2,3025850, iſt $\frac{1}{\text{Modulus}}$. Dieſen Miſsgriff wird man um ſo verzeihlicher finden, da Herr Biot ihn mit mir theilt, wie man oben S. 179 ſieht, wo es im Originale heiſst: *Si enſuite on repréſente par M le module des tables logarithmiques, ou* 2,30258509. *Gilb.*

ſcheinbar Gebrauch gemacht. Denn durch die letzte Veränderung, welche er mit ihr, wie er ſagt, wegen der Feuchtigkeit der Luft vornimmt, (ſiehe S. 161,) bringt er ſie im Weſentlichen wieder zur reducirten Formel De Luc's zurück, wozu ihn wahrſcheinlich der Wunſch beſtimmt hat, die mühſamen Unterſuchungen des Herrn Ramond nicht verloren gehen zu laſſen.

Es ſcheint mir hieraus hervor zu gehen, daſs bei dieſer Formel von einem gewandten Mathematiker noch ein Lorbeerzweig zu erringen iſt, wozu ihn der vorige Aufſatz, vielleicht auch die demſelben beigefügten Bemerkungen behülflich ſeyn dürften. Die Hauptſchwierigkeit beruht darauf, das wahre Mittel aus der Spannung des Waſſerdampfs in allen Luftſchichten von der untern bis zur obern Station anzugeben. Bei der Correction wegen der Ausdehnung der Luft durch die Wärme, iſt es ſehr leicht, ein ſolches Mittel zu finden; denn da die Wärme mit der Höhe in arithmetiſcher Progreſſion abnimmt, ſo muſs das Mittel aus der Wärme aller Luftſchichten von der untern bis zur obern Station, dem Mittel aus den Temperaturen an dieſen beiden Stationen gleich ſeyn. Das verhält ſich aber, wie ſchon mehrmahls bemerkt worden, bei der Feuchtigkeit ganz anders. Setzt man, die ganze Luftſäule ſey überall völlig feucht, ſo nimmt, wenn die Höhen in arithmetiſcher Progreſſion wachſen, die Spannung des Waſſerdampfs in ihr ab, nach der Sold-

$$r = 10000^{\text{toiſ.}} \cdot \log. \frac{(h)}{h}$$

genau für den Fall gilt, wenn das Mittel aus den Temperaturen an beiden Stationen nach Reaum. Graden ausgedruckt, (oder $\frac{\tau+\tau'}{2}$) $16\frac{3}{4}$ Grad beträgt. Für jeden Reaumür'ſchen Grad, um den das Mittel von dieſer Normaltemperatur abweicht, muſs nach ihm der Werth von r, den die Formel giebt, um $\frac{r}{215} \cdot r$, wenn die Abweichung in + iſt, vermehrt, wenn ſie in — iſt, vermindert werden; eine Vorſchrift, welcher die folgende Formel allgemein entſpricht:

$$r = 10000^{t} \cdot \left\{1 + \frac{\frac{1}{2}(\tau+\tau') - 16{,}75}{215}\right\} \cdot \log. \frac{(h)}{h} \quad \text{I.}$$

oder

$$r = 9221^{t} \cdot \left\{1 + \frac{\tau+\tau'}{2} \cdot 0{,}005044\right\} \cdot \log. \frac{(h)}{h} \quad \text{II.}$$

Die letztere Formel ſtellt die Regel des Herrn De Luc für eine Normaltemperatur von 0° Wärme dar. Für Mètres und für Grade des Centeſimal-Thermometers wird ſie, da $1^{m} = 0^{t},513074$ und $\tau + \tau' = 0{,}8\,(t+t')$ iſt, zu folgender:

$$r = 17972^{M} \cdot \left\{1 + \frac{(t+t')}{2} \cdot 0{,}004035\right\} \cdot \log \frac{(h)}{h} \text{*)} \quad \text{III.}$$

*) Bei der Correction der beobachteten Barometerhöhen wegen der Wärme ſetzt Herr De Luc die Ausdehnung des Queckſilbers für jeden Grad Reaumüriſch auf $\frac{1}{2\,1\,2\,0}$ des Volums, welches Queckſilber bei 10° R. Wärme einnimmt. Dieſes macht für

$$x = 18196^{m}\left\{1+(\Phi)\left[(1-0{,}7\,T')\,k\,T'\right]\right\}.(1+\frac{t+t'}{2}\,.\,0{,}00375)\,.\,\log.\frac{(h)}{h}$$

aus den Gründen, die oben S. 187 angeführt ſind.*) Und hierbei muſs ich den S. 190 geäuſserten Wunſch erneuern. Erſt wenn die Formel auf dieſe oder eine ähnliche Art vervollkommnet iſt, wird eine Vergleichung der nach derſelben berechneten Höhen mit gemeſſenen, wie ſie Hr. Ramond angeſtellt hat, der Phyſik den groſsen Nutzen ganz bringen, den man von ihr erwartet; beſonders wird ſie auch entſcheiden, welche der beiden Beſtimmungen des ſpecifiſchen Gewichts des Waſſerdampfs die wahre iſt, ob die von Herrn Laplace aufgeſtellte, oder die, welche ich aus Dalton's und Sauſſure's Verſuchen folgern zu müſſen geglaubt habe.

Den Beſchluſs dieſer Bemerkungen mag die zweite Hälfte der oben erwähnten Note des Herrn Biot und die Tafel machen, auf welche ſie ſich bezieht, die ich beide aus ſeinem *Traité d'aſtronomie phyſique* hierher ſetze. „Herr Laplace", heiſst es dort, „empfiehlt Barometer-Beobachtungen mit den Beobachtungen der Längen und Breiten zu verbinden, um auf dieſe Art die Lage der

*) In den Formeln S. 188, Zeile 8 und 11, kommen Schreibefehler vor. Statt ihrer ſetze man die beiden folgenden: $= \frac{18196}{1-(1-0{,}7\,T')\,k\,T'}$, und: $18196\,[1+(1-0{,}7\,T')\,hT']$. Dieſem entſpricht die oben ſtehende Conjectur. *Gilb.*

tischen Progreſſion abnähme; denn nur dann lieſse sich das Mittel aus den Temperaturen der untern und der obern Station für die gleichförmige Temperatur der ganzen Luftſäule nehmen. An ſich findet dieſes Geſetz in der Atmoſphäre, beim Zuſtande des Gleichgewichts wirklich Statt; nur können, wie Herr von Humboldt gezeigt hat, (*Annalen*, XXIV, 1 f.,) locale Einwirkungen an den Beobachtungsorten, (groſse erhitzte Plateau's, Gletſcher und Schneedecken, kalte Winde u. ſ. f.,) darin bedeutende Störungen veranlaſſen. Es wird alſo auf die Umſicht des Beobachters und auf die ſchickliche Auswahl der Beobachtungen ankommen, damit dieſe Bedingung erfüllt werde.

Und wenn *zweitens* das Gewicht der Luftſäule zwiſchen beiden Stationen, bei durchgehends unveränderten Barometerſtänden, genau dem Mittel aus den Thermometerſtänden an beiden Stationen proportional ſich veränderte; in ſo fern ſich dieſe Temperatur für die gleichförmige Temperatur der ganzen Luftſäule nehmen lieſse. Dieſes würde nun, (nach dem, was wir eben geſehn haben,) allerdings der Fall ſeyn, wenn das ſpecifiſche Gewicht der Luft lediglich von dem Drucke, unter dem die Luft ſteht, und von ihrer Wärme abhinge. Allein hier kömmt noch ein drittes Element mit in Betrachtung, welches die Sache weit zuſammengeſetzter macht.

Die atmoſphäriſche Luft iſt aus drei verſchiedenen Gasarten gemengt, deren ſpecifiſches Gewicht verſchieden iſt. Wäre das Verhältniſs ihrer Men-

gung veränderlich, ſo würde das einen weſentlichen Einfluſs auf ihr ſpecifiſches Gewicht, und alſo auch auf den Theil der Formel für barometriſche Höhenmeſſungen haben, der von den Barometerſtänden unabhängig iſt. Wir wiſſen indeſs jetzt mit Beſtimmtheit, daſs ihr Mengungsverhältniſs überall und unter allen Umſtänden in der Atmoſphäre immer daſſelbe iſt. Auch haben alle Gasarten einerlei Ausdehnbarkeit durch die Wärme, und für ſie alle gilt das Mariottiſche Geſetz.

Dagegen iſt die Spannung des der Atmoſphäre beigemengten *Waſſerdampfs* deſto veränderlicher. Sie hängt von der Wärme und vom Hygrometerſtande auf eine ſehr zuſammen geſetzte Art ab, und wächſt nach einem ſehr viel ſtärkern Verhältniſſe als die Wärme. Das Mittel aus der Spannung des Waſſerdampfs an der untern und der obern Station fällt immer tief unter das wahre Mittel aus der Spannung des Waſſerdampfs an allen Orten der Luftſäule. Aus dieſem Grunde hat die De Luc'ſche Regel noch nicht die wahre Form. Es müſſen die Correctionen wegen der Wärme und wegen des Waſſerdampfs genau getrennt werden. Erſtere kennen wir ſeit den Verſuchen Dalton's und Gay-Luſſac's genau; ſie beträgt für jeden Grad des Centeſimal-Thermometers 0,00375 des ganzen für 0° Wärme gefundenen Werths. Letztere hat man bisher noch nicht in die barometriſche Formel gehörig mit aufgenommen, und ſelbſt Herr De La Place hat hie noch Vieles zu thun übrig gelaſſen, ſo leicht es auch

unstreitig diesem tiefsinnigen Mathematiker gewesen wäre, hier alle Vollkommenheit zu erreichen, die zu wünschen ist. Die Höhen, wie sie die De Luc'sche Formel giebt, wachsen bei gleichen Zunahmen der Wärme um gleich viel, indefs sie doch in höhern mittleren Temperaturen schneller wachsen müfsten, da die Spannung des Wasserdampfs nach einem sehr viel höhern Verhältnisse als die Temperatur zunimmt. Doch davon ist am Ende des vorigen Aufsatzes (S. 188 f.) schon umständlich die Rede gewesen.

Herr De La Place giebt in seiner *Expofition du Syftême du Monde*, P. 1, p. 145, eine Regel, welcher folgende Formel, (in den vorigen Zeichen ausgedruckt,) entspricht:

$$r = 55326 \text{ p. F. } \left\{1 + \frac{\frac{1}{2}(t+t')}{250}\right\} . \log \frac{(h)}{h}$$

Da 55326 par. Fufs = 9221 Toisen sind, so ist, wie man sieht, diese Regel keine andere, als die auf 0° Wärme und auf das Centesimal-Thermometer reducirte Regel des Hrn. De Luc, (oben S. 195, III.) In einer Note über das Höhenmessen mit dem Barometer, welche Herr Biot dem ersten Buche seines vortrefflichen *Traité élémentaire d'aftronomie phyfique*, Paris 1805, angehängt hat, wird folgende Formel blofs mit Hülfe der elementaren Mathematik entwickelt:

$$r = 18393^{M} . \left\{1 + \frac{2(t+t')}{1000}\right\} . \log . \frac{(p)}{p(1 + \frac{1}{3\,4\,1\,2} . (t-t'))}$$

Sein Vortrag, sagt Herr Biot, sey *la traduction de la méthode qui je trouve dans l'Expofition*

der Fall. — — Nach den Beobachtungen Shuckburg's, die mit ſehr groſser Sorgfalt angeſtellt zu ſeyn ſcheinen, iſt die mittlere Barometerhöhe an der Meeresfläche 28″ 2‴,2 oder 0^m,7629 bei einer mittlern Temperatur von 12°,8 nach dem Centeſimal-Thermometer. Zu Paris beträgt aber, wie ich ſchon bemerkt habe, am Spiegel der Seine die mittlere Barometerhöhe 0^m,76 und die mittlere Temperatur 12°. Rechnet man nach dieſen Datis, ſo findet ſich 30^m,83 oder nahe 31^m als die Erhöhung der Seine in Paris über der Meeresfläche. Da dieſes Reſultat aus ſehr genauen Beobachtungen gefolgert iſt, ſo, glaube ich, laſſe es ſich als ziemlich zuverläſſig anſehen.“

„Die Correction wegen der Ausdehnbarkeit der Luft durch Wärme iſt zwar unentbehrlich, wenn man es mit Beobachtungen zu thun hat, die in demſelben Lande und zu gleicher Zeit angeſtellt ſind; dagegen iſt es keinesweges ausgemacht, ob ſie auch dann anzuwenden iſt, wenn man Beobachtungen aus entfernten Ländern und Mittel aus ſehr vielen Beobachtungen nimmt. Die Formel ſetzt voraus, daſs die Luftſäule, deren Höhe man meſſen will, im Gleichgewichte ſey, und dieſes Gleichgewicht iſt in der Atmoſphäre nicht vorhanden, da die Sonne ſie ungleich erwärmt und in ihr beſtändige Strömungen erzeugt. Es wäre möglich, daſs dieſe Ungleichheiten der Temperatur bloſs die Höhe der Atmoſphäre änderten, ohne ihren Druck zu verändern; in dieſem Falle würden ſie keinen Einfluſs auf den

corrigirten Barometerſtand haben, und man würde lediglich der Columne bedürfen, über welcher 12° ſteht, und die eine gleichförmige Temperatur von 12° in der ganzen Luftſäule voraus ſetzt. Ich ſehe indeſs nicht ab, warum man dieſe Annahme jeder andern vorziehen ſollte. Bis die Erfahrung uns darüber belehrt haben wird, habe ich daher lieber die Tafel in ihrer ganzen Ausdehnung beibehalten wollen. Für Orte, die in demſelben Lande liegen, kann man ſie ohne Bedenken gebrauchen, und in jedem Falle laſſen ſich dieſe Zahlen als eine erſte Näherung betrachten.“ *)

„Bei dem groſsen Nutzen, den dieſe Beobachtungen für die Geographie haben können, halte ich es für wichtig, die Beobachter zu veranlaſſen, ſich ihnen zu unterziehen.“

Es folgt nun auf den vier folgenden Seiten des Herrn

*) Da die Herren Laplace und Biot ſpäterhin in dieſe Formel den verbeſſerten Ramond'ſchen Coefficienten 18336^m ſtatt des erſten 18393^m geſetzt haben, ſo ſind alle Zahlen der Tabelle um $\frac{57}{18393}$ = 0,003 zu vermindern, um dieſer verbeſſerten Formel zu entſprechen. *Gilb.*

ſcheinbar Gebrauch gemacht. Denn durch die letzte Veränderung, welche er mit ihr, wie er ſagt, wegen der Feuchtigkeit der Luft vornimmt, (ſiehe S. 161,) bringt er ſie im Weſentlichen wieder zur reducirten Formel De Luc's zurück, wozu ihn wahrſcheinlich der Wunſch beſtimmt hat, die mühſamen Unterſuchungen des Herrn Ramond nicht verloren gehen zu laſſen.

Es ſcheint mir hieraus hervor zu gehen, daſs bei dieſer Formel von einem gewandten Mathematiker noch ein Lorbeerzweig zu erringen iſt, wozu ihn der vorige Aufſatz, vielleicht auch die demſelben beigefügten Bemerkungen behülflich ſeyn dürften. Die Hauptſchwierigkeit beruht darauf, das wahre Mittel aus der Spannung des Waſſerdampfs in allen Luftſchichten von der untern bis zur obern Station anzugeben. Bei der Correction wegen der Ausdehnung der Luft durch die Wärme, iſt es ſehr leicht, ein ſolches Mittel zu finden; denn da die Wärme mit der Höhe in arithmetiſcher Progreſſion abnimmt, ſo muſs das Mittel aus der Wärme aller Luftſchichten von der untern bis zur obern Station, dem Mittel aus den Temperaturen an dieſen beiden Stationen gleich ſeyn. Das verhält ſich aber, wie ſchon mehrmahls bemerkt worden, bei der Feuchtigkeit ganz anders. Setzt man, die ganze Luftſäule ſey überall völlig feucht, ſo nimmt, wenn die Höhen in arithmetiſcher Progreſſion wachſen, die Spannung des Waſſerdampfs in ihr ab, nach der Sold-

ner'schen Formel, (*Ann.*, XVII, 65,) als dem allgemeinen Ausdrucke für die Expansivkraft des Wasserdampfs zu Folge der Dalton'schen Versuche, und da ist es denn die Kunst, das Mittel, dieser Formel entsprechend, zu bestimmen. Dieses Mittel wird irgend eine Function (ψ) der Spannung des Wasserdampfs an der untern und an der obern Station seyn, welches, wenn es nur erst in einer Formel dargestellt, leicht nach den beobachteten Hygrometerständen wird modificirt werden können. Dann kömmt es aber wieder auf das specifische Gewicht des Wasserdampfs an, und also auf die verschiedene Bestimmung desselben durch Herrn Laplace und nach meinen Folgerungen aus den Versuchen Dalton's. Vielleicht läſst sich das specifische Gewicht des Wasserdampfs in der Luftsäule, durch eine Function (φ) des specif. Gewichts desselben an der untern Station ausdrucken, wo die Temperatur t, der Hygrometerstand $\overline{h}$ und die Spannung des Wasserdampfs T sey. Die *wahre Formel* für Höhenmessungen durch das Barometer würde dann, wie es mir scheint, (abgesehn von den Correctionen wegen der Veränderungen der Schwere,) folgende seyn: der Laplace'schen Bestimmung des spec. Gewichts des Wasserdampfs zu Folge

$$r = 18316^{m},6 \cdot \left\{1 + (\varphi)\left[\tfrac{1}{7} \cdot \frac{T}{0,76}\right]\right\} \cdot \left(1 + \frac{(t + t')}{2} \cdot 0,00375\right), \log. \frac{(h)}{h}$$

dagegen meiner Bestimmung des specif. Gewichts des Wasserdampfs entsprechend

$$r = 18196^{m}\left\{1+(\varphi)\left[(1-0{,}77\,T')\overline{h}\,T'\right]\right\}.(1+\frac{t+t'}{2}\,.\,0{,}00375)\,.\,\log.\frac{(h)}{h}$$

aus den Gründen, die oben S. 187 angeführt ſind.*) Und hierbei muſs ich den S. 190 geäuſserten Wunſch erneuern. Erſt wenn die Formel auf dieſe oder eine ähnliche Art vervollkommnet iſt, wird eine Vergleichung der nach derſelben berechneten Höhen mit gemeſſenen, wie ſie Hr. Ramond angeſtellt hat, der Phyſik den groſsen Nutzen ganz bringen, den man von ihr erwartet; beſonders wird ſie auch entſcheiden, welche der beiden Beſtimmungen des ſpecifiſchen Gewichts des Waſſerdampfs die wahre iſt, ob die von Herrn Laplace aufgeſtellte, oder die, welche ich aus Dalton's und Sauſſure's Verſuchen folgern zu müſſen geglaubt habe.

Den Beſchluſs dieſer Bemerkungen mag die zweite Hälfte der oben erwähnten Note des Herrn Biot und die Tafel machen, auf welche ſie ſich bezieht, die ich beide aus ſeinem *Traité d'aſtronomie phyſique* hierher ſetze. „Herr Laplace", heiſst es dort, „empfiehlt Barometer-Beobachtungen mit den Beobachtungen der Längen und Breiten zu verbinden, um auf dieſe Art die Lage der

*) In den Formeln S. 188, Zeile 8 und 11, kommen Schreibefehler vor. Statt ihrer ſetze man die beiden folgenden: $= \frac{18196}{1-(1-0{,}77\,T')\,hT'}$, und $18196\,[1+(1-0{,}77\,T')\,hT']$. Dieſem entſpricht die oben ſtehende Conjectur. *Gilb.*

rſchiedenen Punkte der Erdoberfläche genau zu
ſtimmen. Die beiden bis jetzt in der mathemati-
hen Geographie allein üblichen Coordinaten be-
immen bloſs die Projection verſchiedener Orte auf
ie Oberfläche einer Kugel, und belehren uns nicht
ber ihre Erhöhung über die Kugelfläche; das Ba-
ometer würde uns dieſe Erhöhung kennen lehren.
n dem Ende müſste man an jedem Orte mehrere
hre lang Thermometer und Barometer, die völlig
rgleichbar wären, beobachten, um die mittlere
emperatur und den mittlern Barometerſtand jedes
rts kennen zu lernen. Eine ſolche Arbeit, die
ch leicht über ganz Europa ausdehnen lieſse, wür-
e uns ein vollſtändiges Nivellement dieſes Erdtheils
el ausgedehnter, als es durch trigonometriſche
eſſungen möglich iſt, verſchaffen. Es würde uns
n Zug der Bergketten, das Gefälle der Flüſſe und
e ganze Geſtalt des Terrains viel beſſer kennen
hren, als jede Beſchreibung, und daraus würde
ſtreitig die phyſikaliſche Erdbeſchreibung, die
ter uns viel zu wenig getrieben wird, groſsen
utzen ziehen.“ *)

*) Als Herr Biot dieſes ſchrieb, hatte einer ſeiner gelehrten Landsleute und Freunde in einem der intereſſanteſten Theile unſers Vaterlandes dieſe Idee ſchon wirklich in Ausführung gebracht, mit einem Eifer und einer Geſchicklichkeit, die Bewunderung erregen. *Nivellement général des Montagnes du Harz, ou Traité théorique et pratique ſur la méſure des hauteurs à l'aide du Baromè-*

„Um die Beobachter zu veranlaſſen, eine ſolche Arbeit zu unternehmen, habe ich die folgende Tafel berechnet, welche aus den mittlern Barometer- und Thermometerſtänden die Erhöhung der Orte unmittelbar giebt.“ Herr Biot nimmt bei dieſer Tafel an, daſs die Barometerſtände alle auf 12° des Centeſimal-Thermometers, (die mittlere Temperatur von Paris,) reducirt ſind; ſie gehn von $0^m,765$ bis $0^m,70$, oder von $28'' 3''',1$ bis $25'' 10''',3$, um für alle bewohnte Orte in Europa brauchbar zu ſeyn. Iſt die mittlere Temperatur eines Orts t und die mittlere Barometerhöhe deſſelben h', ſo nehme man $h = h' \left\{1 + \frac{12 - t}{54,2}\right\}$, ſuche in der Columne der Barometerhöhen h, und gehe in der horizontalen Reihe bis zur Temperatur t; ſo giebt die Zahl, welche man hier findet, die *Höhe des Orts in Mètres über das Niveau von Paris*, wo die mittlere Barometerhöhe $0^m,76$ oder $28'' 0''',6$ iſt. So z. B. iſt in

tre, contenant le développement et la comparaiſon des diverſes méthodes employées pour cet objet; par l'Ingen. des Mines de France Héron de Villefoſſe, Commiſſ. du Gouvern. franç. près les Mines et Uſines du Harz, (jetzt *Ingén. en Chef des Mines de France et Inſpecteur-Général des Mines et Uſines des Pays conquis; Envoyé au conſeil des Mines en Août* 1805, iſt der Titel eines bis jetzt nur in der Handſchrift vorhandenen Werks, durch welches der Verf. zu einem ähnlichen allgemeinen Nivellement von Frankreich Anreitzung zu geben hoffte. Dem liberalen Sinne des Herrn von Villefoſſe, von

enf die mittlere Temperatur 12° des Centeſimal-hermometers nach Sauſſüre, und 26″ 10‴,1 der 0m,7266, nach 14jährigen Barometerbeobachtungen; folglich iſt nach der Tabelle Genf 376m,2 ber das Niveau von Paris erhöht.

„Wäre es daher“, fährt Herr Biot fort, „bekannt, um wie viel Mètres Paris über das Niveau es Meeres erhaben iſt, ſo brauchte man nur dieſe ahl zu denen der Tafel hinzu zu fügen, um die bſolute Erhöhung jedes andern Ortes zu erhalten. nglücklicher Weiſe iſt dieſes aber ein ſehr ungeiſſes Datum, und es giebt noch keine trigonometiſche Operation, die genau genug wäre, um die öhe von Paris über dem Meere mit Zuverläſſigeit zu beſtimmen. Daſſelbe iſt, wie ich gefunden abe, mit allen übrigen binnenländiſchen Städten

dem die Bergwerke und die Hüttenwerke des Harzes überall die Spur tragen, verdanke ich die Bekanntſchaft mit dieſer Arbeit, und die Erlaubniſs, in einem der folgenden Hefte der Annalen die Reſultate dieſes Nivellements und das Profil des Harzgebirges bekannt zu machen, welches ich für das Belehrendſte halte, was ich in dieſer Art irgendwo geſehn habe. Erſt nach wieder hergeſtellter Ruhe dürfen wir auf die Bekanntmachung des Werkes ſelbſt hoffen, wovon das Nivellement nur den unbedeutendern Theil, die vollſtändige geſchichtliche und prüfende Darſtellung aller bis jetzt vorgeſchlagenen Methoden des Höhenmeſſens mit dem Barometer die Hauptſache ausmachen wird.

Gilb.

der Fall. — — Nach den Beobachtungen Shuckburg's, die mit ſehr groſser Sorgfalt angeſtellt zu ſeyn ſcheinen, iſt die mittlere Barometerhöhe an der Meeresfläche 28″ 2‴,2 oder 0^m,7629 bei einer mittlern Temperatur von 12°,8 nach dem Centeſimal-Thermometer. Zu Paris beträgt aber, wie ich ſchon bemerkt habe, am Spiegel der Seine die mittlere Barometerhöhe 0^m,76 und die mittlere Temperatur 12°. Rechnet man nach dieſen Datis, ſo findet ſich 30^m,83 oder nahe 31^m als die Erhöhung der Seine in Paris über der Meeresfläche. Da dieſes Reſultat aus ſehr genauen Beobachtungen gefolgert iſt, ſo, glaube ich, laſſe es ſich als ziemlich zuverläſſig anſehen.“

„Die Correction wegen der Ausdehnbarkeit der Luft durch Wärme iſt zwar unentbehrlich, wenn man es mit Beobachtungen zu thun hat, die in demſelben Lande und zu gleicher Zeit angeſtellt ſind; dagegen iſt es keinesweges ausgemacht, ob ſie auch dann anzuwenden iſt, wenn man Beobachtungen aus entfernten Ländern und Mittel aus ſehr vielen Beobachtungen nimmt. Die Formel ſetzt voraus, daſs die Luftſäule, deren Höhe man meſſen will, im Gleichgewichte ſey, und dieſes Gleichgewicht iſt in der Atmoſphäre nicht vorhanden, da die Sonne ſie ungleich erwärmt und in ihr beſtändige Strömungen erzeugt. Es wäre möglich, daſs dieſe Ungleichheiten der Temperatur bloſs die Höhe der Atmoſphäre änderten, ohne ihren Druck zu verändern; in dieſem Falle würden ſie keinen Einfluſs auf den

rrigirten Barometerſtand haben, und man würde liglich der Columne bedürfen, über welcher 12° ıht, und die eine gleichförmige Temperatur von ı° in der ganzen Luftſäule voraus ſetzt. Ich ſehe deſs nicht ab, warum man dieſe Annahme jeder ıdern vorziehen ſollte. Bis die Erfahrung uns darber belehrt haben wird, habe ich daher lieber die 'afel in ihrer ganzen Ausdehnung beibehalten wolın. Für Orte, die in demſelben Lande liegen, ann man ſie ohne Bedenken gebrauchen, und in jeem Falle laſſen ſich dieſe Zahlen als eine erſte Näerung betrachten.“*)

„Bei dem groſsen Nutzen, den dieſe Beobachtunen für die Geographie haben können, halte ich es ür wichtig, die Beobachter zu veranlaſſen, ſich hnen zu unterziehen.“

Es folgt nun auf den vier folgenden Seiten des lerrn

*) Da die Herren Laplace und Biot ſpäterhin in dieſe Formel den verbeſſerten Ramond'ſchen Coefficienten 18336m ſtatt des erſten 18393m geſetzt haben, ſo ſind alle Zahlen der Tabelle um $\frac{17}{18191}$ = 0,003 zu vermindern, um dieſer verbeſſerten Formel zu entſprechen. *Gilb.*

allen Theilen unterſucht hat, und weil man ſich dabei nur zu leicht durch den Schein täuſcht.

Wie indeſs auch dieſer innere Mechanismus beſchaffen ſey, er muſs mit äuſserſter Sorgfalt ausgeführt ſeyn, denn es läſst ſich nicht die mindeſte Reibung hören, und alle Bewegungen, die man ſieht, wie z. B. die der Cymbeln und der Trommel- und Pauken-Stöcke, haben nicht nur viel Präciſion, ſondern auch eine in Maſchinen dieſer Art ſehr ſeltene Leichtigkeit.

Das Publicum, und ſelbſt die Muſiker, ſchienen mit der Ausführung der Muſik zufrieden geweſen zu ſeyn, und man war der Meinung, noch nie ſey eine mechaniſche Bewegung der unnachahmlichen Vollkommenheit der menſchlichen Bewegung ſo nahe gebracht worden.

Die pyramidaliſche Geſtalt des Panharmonicons, und die Gruppen militäriſcher Inſtrumente, aus denen es beſteht, machen es zu einer ſehr edeln Zierde, die ſich vortrefflich für den groſsen Saal eines Schloſſes ſchickte. Es lieſse ſich in Ermangelung eines zahlreichen Orcheſters ſehr gut bei öffentlichen Feſten brauchen; und bei Ceremonien, die zugleich religiös und militäriſch ſind, möchte es der gewöhnlichen Orgel vorzuziehen ſeyn. *)

*) Nach Zeitungsnachrichten hat ein Hr. **Lecuyer** das Panharmonicon im Mai für 100000 Franken gekauft, um es in dem *Palais Royal* öffentlich hören zu laſſen, und zwar für 3 Francs, als die Hälfte der ſonſtigen Entrée.

VII.

SCHREIBEN

des Herrn Prof. PLACIDIUS HEINRICH *im Fürſtprimat. Stifte St. Emmeran in Regensburg, an den* Herausgeber.

Den 30ſten April 1807.

Mit vielem Vergnügen erhielt ich vor einigen Tagen das erſte diesjährige Heft der *Annalen*, woraus ich mit Zuverſicht auf die fernere Fortſetzung dieſes ſchätzbaren, in Deutſchland einzigen phyſikaliſchen Journals ſchlieſse. Möge es ſich immer erhalten, und an innerm Werthe gleich bleiben! Nur unſre gegenſeitige Entfernung hat mich bisher gehindert, daran Theil zu nehmen. Vielleicht können Sie aber einen Weg einſchlagen, oder mir eine Mittelſtation anweiſen, um dieſen Zweck, ohne zu groſsen Aufwand für Sie, zu erreichen.

Zuſatz zu Band XXIV, St. 3, No. I, der Annalen.

Leſchevin's Bemerkungen über die Wirkung des groben Geſchützes auf die Wolken, welche Sie hier mittheilen, hatten für mich ein beſonderes Intereſſe; denn ich beſchäftigte mich ſchon vor vielen Jahren mit demſelben Gegenſtande. Die Akademie der Wiſſenſchaften in München hatte im

Jahre 1785 die Preisfrage aufgegeben: *Welche Wirkung hat das Abfeuern des Geschützes auf die Wetterwolken? Ist es als ein Mittel gegen die Gewitter- und Hagelschäden einzuführen?* u. s. w. Die von mir eingeschickte Abhandlung wurde mit dem ersten Preise gekrönt, und findet sich in dem 5ten Bande der *Neuen Abhandlungen der baierisch. Akademie.* Sie enthält im zweiten Theile alles, was ich hierüber, theils aus Schriften, theils aus mündlicher Zusicherung von Augenzeugen, und aus eigner Erfahrung aufbringen konnte; denn das Schiefsen bei Gewittern war ehedem in Oesterreich, Baiern, Schwaben, Franken und Tyrol, an vielen Orten üblich. Den von mir angeführten Beispielen mag Leschevin's Erfahrung als ein passender Beitrag beigefügt werden. Uebrigens würde ich so manches, was in dem theoretischen Theile meiner Schrift vorkömmt, jetzt ausstreichen, oder anders sagen; allein man denke, dafs sie vor 22 Jahren aufgesetzt wurde, und dafs sie die erste Probe meiner wissenschaftlichen Arbeiten enthält.

Dafs das Abfeuern der Kanonen auf die Wolken mächtig wirke, daran zweifle ich nicht im geringsten, ungeachtet ich in meinem Leben keine directen, zweckmäfsigen Versuche hierüber machen konnte: und welcher Privatmann kann dieses? — Schwerer hält es, die wahre Ursache dieser Wirkung anzugeben. Meines Erachtens mufs man dabei nicht vergessen, dafs die Wolken fremdartige in der atmosphärischen Luft schwebende Massen

sind. Nun sehe man zu, was mit leichten Körpern geschieht, welche auf der anfangs ruhigen See gleichförmig vertheilt schwimmen, wenn das Wasser in eine oscillirende, oder hin- und herströmende Bewegung versetzt wird. Vergesse man nicht welche Wirkung das Abfeuern der Kanonen auf benachbarte Gebäude äufsert, die Fenster zerspringen in Trümmer, ruinöse Gebäude stürzen ein. Erinnere man sich an die Chladnischen Figuren, welche sich auf tönenden Glasstreifen bilden. Dieser etwas gewagte Gedanke scheint mir aller Aufmerksamkeit würdig. Hier Glas, dort Luft in eine schwingende Bewegung versetzt. Hier wie dort Schwingungsknoten, und was die unmittelbare Folge derselben ist, hier Anhäufung des Sandes an gewissen Stellen und Entfernung von andern, dort Zertheilung der Wolken an diesen und Anhäufung an andern Orten.

Zufällige Bemerkungen, welche sich mir im Verfolge meiner öffentlichen Vorlesungen und Versuche über die verschiedenen Gasarten unlängst darboten.

1. Die Eintheilung der Luftarten in *athmenbare* und *nicht-athmenbare* ist nicht gut gewählt. Aufser der atmosphärischen Luft verdient keine das Prädikat: *athmenbar*, im eigentlichen Sinne des Wortes. Ich bin sogar der Meinung, dafs ein künstliches Gemisch, den Bestandtheilen und dem Verhältnisse nach der atmosphärischen Luft ähnlich,

zum Athmen nicht lange taugen würde. Auch in dieſem Stücke bleibt es wahr, daſs wir durch Kunſt die Natur zwar nachahmen, aber nicht erreichen können. Den erſten Preis würde, wie es mir ſcheint, der Naturforſcher verdienen, dem es gelänge, das Sauerſtoffgas rein aus der Atmoſphäre zu ſcheiden und darzuſtellen.

2. Der Verſuch mit einem kleinen Luftballe hat mich gelehrt, daſs Waſſerſtoffgas, (aus Waſſer, Eiſenfeil und Schwefelſäure,) an ſpecifiſcher Schwere beträchtlich zunimmt, wenn man es bei der Entbindung durch Waſſer ſtreichen, oder eine Zeit lang über Waſſer ſtehen läſst. Könnte dieſer Umſtand nicht auch Einfluſs auf die Reſultate des Voltaiſchen Eudiometers haben? Liefern Sie uns doch in Ihren Annalen eine gute Zeichnung und Beſchreibung dieſes Werkzeuges, die wir meines Wiſſens in deutſchen Journalen noch vermiſſen. *)

*) Herr Freiherr von Humboldt bedient ſich dazu erſtens der Maaſsröhren und der kleinen mit einem Schieber verſehenen Gefäſse des Fontana'ſchen Eudiometers, und zweitens einer ſtarken Glasröhre zum Detoniren des Gasgemiſches. Die letztere hat an beiden Enden meſſingene Faſſungen mit einem Hahne, welche ſich, die eine trichterförmig, die andere glockenartig erweitern. Gern werde ich in einem der folgenden Hefte eine Abbildung dieſes Detonationsgefäſses liefern, wie es der Herr Mechanicus Mendelsſohn in Berlin unter den Augen des Herrn Freiherrn von Humboldt verfertigt. *Gilb.*

3. Die Luft, welche man durch Glühehitze aus Salpeter enthält, trägt sehr uneigentlich den Namen: *Sauerstoffgas;* sie enthält in fünf Theilen immer nur 4 Theile Sauerstoffgas, und ich kenne kein Mittel, den beigemengten Stickstoff daraus zu entfernen und verschwinden zu machen. Wenn bei der Entbindung dieses Gas aus Salpeter die Retorte bis zu Ende des Prozesses aushält, so erscheint das in ihr zurück bleibende Kali alle Mahl gefärbt, grün oder gelb. Woher rührt diese Färbung des Kali? von der Glühehitze? oder vom Stickstoff? Braunstein fand sich doch nicht ein. *) Bekömmt aber die Retorte, während der Operation, Risse, so fliesst das Kali durch, und der noch unzerlegte Salpeter bleibt ungefärbt zurück. Ich erinnere mich nicht mehr, ob in diesem Falle das Kali gefärbt war oder nicht.

4. In den *Mém. de l'Acad. des sc. de Paris*, 1784, Seite 287 u. f., versichert le Sage, dass sich Frösche im Wasserstoffgas, nach Verlauf von 14 bis 20 Tagen, in ein *Fluide d'un gris rougeâtre* auflösen. Um dies zu prüfen, hing ich zwei lebende Frösche in Wasserstoffgas auf, das mit Wasser gesperrt war. Der eine, welcher ganz frei schwebte, blieb 20 Tage lang unverweslich, nur schwollen die Schenkel stark vom abgesetzten Blute an. Die Luft war jetzt noch brennbar wie zuvor.

*) Ihn oder Eisen enthält, so viel ich weiss, alles gewöhnliche Glas. Auch sollen jetzt viele Glashütten zum Arsenik greifen, um an Potasche zu sparen.

Gilbert.

wie ſie angeblaſen werden, und ob dabei das Verfahren bei dieſen Inſtrumenten nachgeahmt, oder durch ein anderes erſetzt iſt. Ich habe nur ſo viel bemerken können, daſs die Querflöten, deren Mundlöcher, vermöge der dieſem Inſtrumente eignen Einrichtung, ſich über der Windlade unbedeckt befinden, jede von einer künſtlichen Lippe bedient werden, deren Mechanismus ſehr ſinnreich iſt. Es bedarf kaum erinnert zu werden, daſs jedes Inſtrument nur einen einzigen Ton angiebt, da das Spiel der Finger des Muſicus ſich nicht nachahmen läſst, und daſs daher von jeder Art Blasinſtrument der einzelnen Inſtrumente ſo viel als der anzugebenden Töne ſind.

Noch hat der Verfertiger die panharmoniſche Orgel mit Cymbeln, einem Triangel, Pauken und einer groſsen Trommel verſehn, die gleich den Pfeifen durch zwei Klaviere zum Tönen gebracht werden, auf deren Taſten die Stifte der Walze, wie in den Spieluhren und in den Drehorgeln wirken. Man kann nach Belieben andere Walzen einſetzen; jede hat einen bedeutenden Durchmeſſer, und da auf ſie nur Ein Stück geſetzt iſt, und ſie nach jedem Umlauf ſich etwas weiter ſchieben läſst, ſo iſt die Länge einer Symphonie kein Hinderniſs, daſs ſie ſich nicht ſollte auf dem Panharmonicon ausführen laſſen. Bei den gewöhnlichen Symphonieen, in denen alle Inſtrumente mitſpielen, ſetzt das erſte Klavier ſie alle in Bewegung. Das zweite Klavier und deſſen Cylinder ſind ausſchlieſslich für die Fanfares und die militäriſchen Stücke beſtimmt, welche

geiſt ſich häufiger in der Mittelflaſche abſetzt? Etwas ähnliches bemerkte Winzler bei ſeiner Thermolampe, S. 32. Der verſchiedene Grad der Wärme bringt vermuthlich verſchiedene Wirkungen hervor.

7. Daſs oxydirtes ſalzſaures Gas auf die Politur des Spiegelglaſes einen ſchädlichen Einfluſs habe, davon hat mich im verwichenen Herbſte eine ſehr unangenehme Erfahrung überzeugt.

Meine groſse Electriſirmaſchine, mit einer Glasſcheibe von 32 pariſer Zoll im Durchmeſſer, ſtand beim Schluſſe meiner Experimental-Kollegien noch im Hörſaale, als ich daſelbſt mehrere Tage nach einander Bleichverſuche mit oxydirtem ſalzſauren Gas machte. Nun war meine ſonſt äuſserſt wirkſame Maſchine wie todt. Mit Mühe konnte ich einen Funken aus dem erſten Conductor locken, ob ſie gleich in allen Theilen gut wie ſonſt beſtellt war. Mir blieb nichts übrig, als die Urſache dem im Zimmer verbreiteten Gas zuzuſchreiben. Was mich in dieſer Meinung beſtärkte, war dieſes, daſs ich die Politur der Glasſcheibe etwas matt und angegriffen fand. Durch anhaltendes Drehen verbeſſert ſich nun die Maſchine allmählig wieder; ſollte ich ihr dadurch den vorigen Grad der Stärke nicht mehr geben können, ſo bleibt mir nichts übrig, als eine friſche Politur, welches allerdings ſehr ſchwer hält.

Wer die Wirkung des oxydirten ſalzſauren Gas auf Metalle und Alkalien, und die Beſtandtheile des Glaſes kennt, wird ſich die Sache leicht erklären.

Jahre 1785 die Preisfrage aufgegeben: *Welche Wirkung hat das Abfeuern des Geſchützes auf die Wetterwolken? Iſt es als ein Mittel gegen die Gewitter- und Hagelſchäden einzuführen?* u. ſ. w. Die von mir eingeſchickte Abhandlung wurde mit dem erſten Preiſe gekrönt, und findet ſich in dem 5ten Bande der *Neuen Abhandlungen der baieriſch. Akademie.* Sie enthält im zweiten Theile alles, was ich hierüber, theils aus Schriften, theils aus mündlicher Zuſicherung von Augenzeugen, und aus eigner Erfahrung aufbringen konnte; denn das Schieſsen bei Gewittern war ehedem in Oeſterreich, Baiern, Schwaben, Franken und Tyrol, an vielen Orten üblich. Den von mir angeführten Beiſpielen mag Leſchevin's Erfahrung als ein paſſender Beitrag beigefügt werden. Uebrigens würde ich ſo manches, was in dem theoretiſchen Theile meiner Schrift vorkömmt, jetzt ausſtreichen, oder anders ſagen; allein man denke, daſs ſie vor 22 Jahren aufgeſetzt wurde, und daſs ſie die erſte Probe meiner wiſſenſchaftlichen Arbeiten enthält.

Daſs das Abfeuern der Kanonen auf die Wolken mächtig wirke, daran zweifle ich nicht im geringſten, ungeachtet ich in meinem Leben keine directen, zweckmäſsigen Verſuche hierüber machen konnte: und welcher Privatmann kann dieſes? — Schwerer hält es, die wahre Urſache dieſer Wirkung anzugeben. Meines Erachtens muſs man dabei nicht vergeſſen, daſs die Wolken fremdartige in der atmoſphäriſchen Luft ſchwebende Maſſen

ſind. Nun ſehe man zu, was mit leichten Körpern geſchieht, welche auf der anfangs ruhigen See gleichförmig vertheilt ſchwimmen, wenn das Waſſer in eine oſcillirende, oder hin- und herſtrömende Bewegung verſetzt wird. 2. Vergeſſe man nicht welche Wirkung das Abfeuern der Kanonen auf benachbarte Gebäude äuſsert; die Fenſter zerſpringen in Trümmer, ruinöſe Gebäude ſtürzen ein. 3. Erinnere man ſich an die Chladni'ſchen Figuren, welche ſich auf tönenden Glasſtreifen bilden. Dieſer etwas gewagte Gedanke ſcheint mir aller Aufmerkſamkeit würdig. Hier Glas, dort Luft in eine ſchwingende Bewegung verſetzt: hier wie dort Schwingungsknoten, und was die unmittelbare Folge derſelben iſt, hier Anhäufung des Sandes an gewiſſen Stellen und Entfernung von andern, dort Zertheilung der Wolken an dieſen und Anhäufung an andern Orten. — — —

Zufällige Bemerkungen, welche ſich mir im Verfolge meiner öffentlichen Vorleſungen und Verſuche über die verſchiedenen Gasarten unlängſt darboten.

1. Die Eintheilung der Luftarten in *athmenbare* und *nicht-athmenbare* iſt nicht gut gewählt. Auſser der atmoſphäriſchen Luft verdient keine das Prädikat: *athmenbar*, im eigentlichen Sinne des Wortes. Ich bin ſogar der Meinung, daſs ein künſtliches Gemiſch, den Beſtandtheilen und dem Verhältniſſe nach der atmoſphäriſchen Luft ähnlich,

zum Athmen nicht lange taugen würde. Auch in dieſem Stücke bleibt es wahr, daſs wir durch Kunſt die Natur zwar nachahmen, aber nicht erreichen können. Den erſten Preis würde, wie es mir ſcheint, der Naturforſcher verdienen, dem es gelänge, das Sauerſtoffgas rein aus der Atmoſphäre zu ſcheiden und darzuſtellen.

2. Der Verſuch mit einem kleinen Luftballe hat mich gelehrt, daſs Waſſerſtoffgas, (aus Waſſer, Eiſenfeil und Schwefelſäure,) an ſpecifiſcher Schwere beträchtlich zunimmt, wenn man es bei der Entbindung durch Waſſer ſtreichen, oder eine Zeit lang über Waſſer ſtehen läſst. Könnte dieſer Umſtand nicht auch Einfluſs auf die Reſultate des Voltaiſchen Eudiometers haben? Liefern Sie uns doch in Ihren Annalen eine gute Zeichnung und Beſchreibung dieſes Werkzeuges, die wir meines Wiſſens in deutſchen Journalen noch vermiſſen. *)

*) Herr Freiherr von Humboldt bedient ſich dazu erſtens der Maaſsröhren und der kleinen mit einem Schieber verſehenen Gefäſse des Fontana'ſchen Eudiometers, und zweitens einer ſtarken Glasröhre zum Detoniren des Gasgemiſches. Die letztere hat an beiden Enden meſſingene Faſſungen mit einem Hahne, welche ſich, die eine trichterförmig, die andere glockenartig erweitern. Gern werde ich in einem der folgenden Hefte eine Abbildung dieſes Detonationsgefäſses liefern, wie es der Herr Mechanicus Mendelsſohn in Berlin unter den Augen des Herrn Freiherrn von Humboldt verfertigt. *Gilb.*

3. Die Luft, welche man durch Glühehitze aus Salpeter enthält, trägt ſehr uneigentlich den Namen: *Sauerſtoffgas;* ſie enthält in fünf Theilen immer nur 4 Theile Sauerſtoffgas, und ich kenne kein Mittel, den beigemengten Stickſtoff daraus zu entfernen und verſchwinden zu machen. Wenn bei der Entbindung dieſes Gas aus Salpeter die Retorte bis zu Ende des Prozeſſes aushält, ſo erſcheint das in ihr zurück bleibende Kali alle Mahl gefärbt, grün oder gelb. Woher rührt dieſe Färbung des Kali? von der Glühehitze? oder vom Stickſtoff? Braunſtein fand ſich doch nicht ein. *) Bekömmt aber die Retorte, während der Operation, Riſſe, ſo flieſst das Kali durch, und der noch unzerlegte Salpeter bleibt ungefärbt zurück. Ich erinnere mich nicht mehr, ob in dieſem Falle das Kali gefärbt war oder nicht.

4. In den *Mém. de l'Acad. des ſc. de Paris*, 1784, Seite 287 u. f., verſichert le Sage, daſs ſich Fröſche im Waſſerſtoffgas, nach Verlauf von 14 bis 20 Tagen, in ein *Fluide d'un gris rougeâtre* auflöſen. Um dies zu prüfen, hing ich zwei lebende Fröſche in Waſſerſtoffgas auf, das mit Waſſer geſperrt war. Der eine, welcher ganz frei ſchwebte, blieb 20 Tage lang unverweslich, nur ſchwollen die Schenkel ſtark vom abgeſetzten Blute an. Die Luft war jetzt noch brennbar wie zuvor.

*) Ihn oder Eiſen enthält, ſo viel ich weiſs, alles gewöhnliche Glas. Auch ſollen jetzt viele Glashütten zum Arſenik greifen, um an Potaſche zu ſparen.

Gilbert.

Unter der zweiten Glocke hingen die Schenkel des Froſches im Waſſer, der Oberleib aber frei im Gas. Das Waſſer wurde nach und nach ſtinkend, unrein und trübe. Der Leib des Froſches blieb auch nach 20 Tagen noch unzerſetzt; die im Waſſer befindlichen Schenkel aber waren ganz aufgelöſet, und die Knochen lagen abgeſondert herum. Der Geſtank des Sperrwaſſers u. ſ. w. fiel mir dabei ſo läſtig, daſs ich die zurück gebliebene, ohne Zweifel verdorbene Luft nicht weiter unterſuchte.

Es ſcheint alſo, daſs nicht das Waſſerſtoffgas für ſich, ſondern das damit in Berührung und Miſchung gebrachte Waſſer die Auflöſung der Muskeln bewirkte.

5. Bei der Entbindung von Salpeterſäure aus Salpeter durch Schwefelſäure in einer kleinen Retorte von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, die ich über einer Weingeiſtlampe erhitzte, welche ich aus guten Gründen der Argand'ſchen Lampe mit Oehl vorziehe, erhielt ich aus 2 Kubikzoll Salpeter, auſser dem rauchenden Salpetergeiſt, der ſich in der Vorlage anſammelte, noch in dem mit der Vorlage verbundenen pneumatiſchen Apparat 40 Kubikzoll Luft, in welcher Stahldraht verbrannte, nachdem ich die anfangs übergehende, und zum Theil aus der Mittelflaſche kommende Luft frei hatte wegſtreichen laſſen.

6. Warum hört bei der Deſtillation des ätzenden Salmiakgeiſtes die Gasentbindung auf, wenn die Leitungsröhre zu heiſs wird, und der Salmiak-

VIII.

ERWIEDERUNG
auf des Hrn. Dr. Mollweide *Bemerkungen,*
vom
Commiſſionsrath Buss.

(*Fortſetzung von Ann.* 1807, *St.* 2, *No.* VII.)

Vorläufig muſs ich anzeigen, daſs a. a. O. folgende Druckfehler vorkommen.

Sogleich am Anfange meiner Erwiederung *Seite* 222 *ſtehen* zwei Striche — — *ſtatt* folgender Periode: „Auch das zweite Manuſcript des Hrn. Dr. Mollweide, um ein ziemliches kürzer und milder als das erſte abgefaſst, ſchicke ich, wie vor einigen Monaten das erſte, mit umgehender Poſt an den Hrn. Herausgeber zurück; muſs aber dieſes Mahl noch dringender als damahls bitten, daſs es nunmehr wirklich und unverändert gedruckt werde, weil ich bei meinen vielen anderweitigen Arbeiten ſchlechterdings keine Zeit übrig habe, etwa zum dritten Mahl eine neue Antwort zu ſchreiben.“

Seite 224, Zeile 7 von oben, *ſteht* doch ohne *ſtatt* auch ohne, und Zeile 9: weil ſie, *ſtatt* wenn ſie;

Seite 225, Zeile 5 von unten: müſſen *ſtatt* müſsten; Seite 228, Zeile 19 von unten: *veneramus* ſtatt *veneramur*; und endlich Seite 229, Zeile 7 von unten: hatte *ſtatt* hätte.

Druckfehler, wie der vorletzte, können dem beſten Corrector unbemerkt bleiben, wenn die Lettern gar zu klein ſind. Leider ſogar auch mathematiſche Bücher werden ſeit einiger Zeit gedruckt, einige in Doppel-Folio mit Patagoniſchen Lettern, und andere mit Let-

Ein ähnlicher Vorfall iſt folgender: Im Hörſaale ſtehen unter andern zwei *weiſs* überſtrichene Glasſchränke. Als ich die Verſuche mit Schwefel-Waſſerſtoffgas machte, wurden beide ſchmutzig-braun, ungefähr ſo, wie verfälſchter Wein bei der Hahnemanniſchen Probe. Der Mahler hatte nämlich, was ich nicht wuſste, Bleiweiſs unter die Farbe gemiſcht, womit die Kaſten überzogen waren.

Zwei Vorfälle, welche zur Warnung für Experimentatoren hier ſtehen. Ueberhaupt fordern die Verſuche mit den Gasarten, über Wärme und Feuer, u. ſ. f., ein eignes Laboratorium, aus welchem alles Metall, alle Inſtrumente von einigem Werthe, aller optiſcher Apparat, Glasſchränke mit Vergoldung oder Anſtrich, u. dgl., ſorgfältig entfernt werden müſſen. Beinahe jeder Theil der Experimentalphyſik fordert ſeinen eignen Platz, vorzüglich Hydroſtatik und Hydraulik, Optik, Electricität, chemiſcher Theil der Naturlehre, jeder ein anderes, zweckmäſsig eingerichtetes Zimmer. Allein wem ſteht ſo ein geräumiges, mit ſo vielen Abtheilungen verſehenes Gebäude zu Gebote? Eine einzige Univerſität nach einem vollkommenen Ideale dargeſtellt, würde eine kleine Stadt bilden.

8. Wenn man bei der Gewinnung des *Schwefel-Waſſerſtoffgas* aus Schwefelleber die Erhitzung bis zum Aufwallen treibt, ſo entbindet ſich nicht mehr hepatiſches, ſondern ein ganz anderes, mehr den *ſchwefelſauren* ähnliches Gas.

9. *Phosphor-Waſſerſtoffgas* ſcheint mir kein eigenthümliches Gas zu ſeyn. Der Phosphor iſt im Gas bloſs durch die Wärme aufgelöſt, und damit mehr mechaniſch als chemiſch verbunden. Wird das Gas eine Zeit lang in Gefäſsen aufbewahrt, ſo geht ſchon nach Verlauf einer Stunde eine Scheidung vor: der Phosphor präcipitirt ſich, und das Gas mit der atmoſphäriſchen Luft in Berührung gebracht, explodirt nicht mehr. Die ſich entbindenden Luftblaſen ſind vermuthlich nichts, als Waſſerſtoffgas in einer Hülle von Phosphor, durch Wärme ausgedehnt. Bricht dieſe Luftblaſe aus dem Waſſer hervor, ſo entzündet ſich der beträchtlich verdünnte und erwärmte Phosphor, und mit ihm das Waſſerſtoffgas. *) Die kräuſelnd aufſteigende Wolke iſt nichts als eine durch Verbrennen erzeugte phosphorige Säure. Woher aber das Kräuſeln, und zwar alle Mahl nach derſelben Richtung?

10. Seit vielen Jahren bediene ich mich des Spiegelbeleges, um die Reibezeuge meiner Electrifir-

*) Nur wenn das Phosphor-Waſſerſtoffgas ziemlich heiſs iſt, entzündet es ſich bei der Berührung der Luft. Einige Mahl, wenn ich es aus dem Kolben, worin es durch Kochen von ätzender Kalilauge über Phosphor entbunden wurde, durch ganz kaltes Waſſer ſteigen lieſs, entzündeten ſich die Gasblaſen nicht, und es bildete ſich an der Oberfläche des Waſſers, wo ſie zerplatzten, ein grauer Niederſchlag. Hat man Brunnenwaſſer genommen, ſo ſetzt ſich in der Regel eine groſse Menge phosphorſauren Kalkes daraus ab. *Gilb.*

maſchinen zu belegen. Da man es ſich ſehr leicht verſchaffen, auch gut und gleichförmig auftragen kann, und da es an Wirkung keinem andern nachſteht, ſo ziehe ich es ſelbſt dem Kienmayer'ſchen Amalgama vor.

Ausdehnung des Eiſes und der Kohle durch Wärme.

Im Winter 1802 auf 1803 machte ich eine Reihe von Verſuchen über die Ausdehnung des Eiſes und der Holzkohle. Die Reſultate davon enthält eine Abhandlung, welche 1806 in München unter den *Schriften der königl. baierſchen Akademie der Wiſſenſchaften*, (2te Abtheilung, S. 149 — 200,) erſchienen iſt.

Ein Eiscylinder zieht ſich um 0,0003064 ſeiner Länge zuſammen, wenn die Temperatur des ihn umgebenden Mittels um 10° Reaum. abnimmt. Wäre es erlaubt, von 10° bis 80° abwärts zu ſchlieſſen, ſo gäbe beim Eiſe eine Temperaturveränderung von 80° eine Längenveränderung von 0,0024512 des Ganzen, mithin mehr, als bei allen feſten Körpern, womit man bisher Verſuche gemacht hat.

Eis zieht ſich alſo, gleich andern Körpern, bei wachſender Kälte zuſammen, und dehnt ſich bei abnehmender Kälte aus. Muſſchenbroek und viele andere Naturforſcher waren entgegen geſetzter Meinung.

Tritt das Eis der Temperatur des Aufthauungspunktes ſehr nahe, ſo zieht es ſich ſchnell und ſehr auffallend zuſammen, ohne noch in den tropfbaren

weide zu reden, *einmengen* wollen, ſo hätte ich ſchreiben müſſen, ich mag nicht ſagen, *wie!*

Was Herr Mollweide gleich darauf vom Uebergange zwiſchen Endlichem und Unendlichem ſagt, und daſs es dafür *keine Brücke* gebe, ſondern ein *Sprung nothwendig* ſey, ſoll ohne Zweifel mir zur Lehre darauf dienen, daſs ich den Mathematikern ſchon mehrmahls, aufs neue auch in meiner Aufforderung S. 247, denjenigen in die Trigonometrie eingeſchlichenen Uebergang, der ein $+\infty = -\infty$ neben dem $+\frac{1}{\infty} = -\frac{1}{\infty}$ behauptet, als unſtatthaft vorgeworfen habe. Was die Brücke betrifft, ſo entſteht es mir nicht, daſs *auch* der Uebergang von $+\frac{1}{\infty}$ durch 0 in $-\frac{1}{\infty}$ durch beſtimmte Bilder unſrer Einbildungskraft nicht abgereiht werden kann. Aber von unſerm Verſtande wird dennoch *dieſer* Uebergang für völlig wahr und ſchicklich anerkannt. Aus dem §. 83, den ich ſo eben für die neue Auflage meiner Algebra niedergeſchrieben habe, wird es dennoch auf eine ſehr leichte Weiſe erhellen, daſs für *dieſen* Uebergang eine unendlich haltbare *Brücke* durch bloſse Betrachtung der arithmetiſchen Maſsleiter ſich *erbauen läſst*. Denn die ganze Schwierigkeit, welche hierbei vorkommt, iſt ebenfalls gehoben, wenn man nach dem angeführten §en es einſieht, daſs das Verhältniſs zwiſchen incommenſurabeln Gröſsen zwar durch angebliche Zahlen ſich nicht abreihen laſſe, dennoch aber vorhanden ſey. Dagegen habe ich den andern Uebergang, nach welchem man z. B. eine unendlich wachſende bejahte Gröſse durch $+\infty = -\infty$ nur negativ übergehend behauptet, und der für unſere deutſchen Naturphiloſophen, wenn ſie darauf gerathen ſollte, eine gefundene Leckerei abgeben würde, dieſen Uebergang habe ich für wenigſtens *übervernünftig* ſchon mehrmahls erklärt. Erſchöpft man meine Geduld, ſo

ſache davon ſchreibe ich der Feuchtigkeit zu, welche die Kohle aus der Luft begierig einſchluckt, zum Theil auch den Gasarten, die ſie aus der Atmoſphäre einſchlürft.

Es iſt eine allgemein bekannte Erfahrung, daſs die Kohlen in den Meilern nach der Abkühlung wieder anſchwellen.

Natur des Lichtes.

Es iſt bereits aus der *monatl. Correſp.* des Hrn. B. v. Zach, (April 1807,) bekannt, daſs ich mit Herrn Prof. Link in Roſtock den Petersburger Preis über die phyſikaliſche Frage *von der Natur und den Eigenſchaften des Lichtes* getheilt habe. Da meine Abhandlung gegenwärtig ein Eigenthum der kaiſerl. Akad. d. Wiſſenſch. von St. Petersburg iſt, ſo kann ich auch keinen Gebrauch davon machen, werde aber nicht ermangeln, hierüber nähere Auskunft zu geben, ſo bald unſre Preisſchriften durch öffentlichen Druck zur Kenntniſs des Publicums kommen.

was auf meine Aufforderung die alte Theorie mir zu entgegnen hat! Dann kann die Sache ſogleich zwiſchen Ihm, dem Hauptvertheidiger der alten Theorie, und mir ausgemacht werden, ohne daſs ich die Leſer durch zerſtückeltes Vorpoſtengefecht zu ermüden brauche. Ueberdies müſſen doch auch gerade wir beide, wegen eines neuen ∓ in dem *Mathematiſchen Wörterbuche* noch aufs Reine zu kommen ſuchen.

IX.

Aus einem Briefe des Herrn Profeſſors Maréchaux.

München den 7ten Jul. 1807.

— — — — Sie haben den Leſern Ihrer *Annalen* verſchiedene Fragmente aus meinen etwas flüchtig geſchriebenen Briefen mitgetheilt, welche Verſuche betreffen, die hier angeſtellt werden, und worunter bloſſe Gerüchte ſind, die ohnehin das Urtheil des Publicums über dieſe Sache nicht beſtimmen können. Sagen dieſer Art pflegen über kurz oder über lang durch andere Sagen widerſprochen zu werden, die am Ende ſelbſt kein beſſeres Schickſal erfahren. Es iſt unter dieſen Umſtänden um ſo ſchwerer, die Wahrheit zu erkennen, da mancher, der von dieſen Verſuchen ſpricht, vielleicht nur in der Abſicht, um ſeiner Ausſage ein gröſseres Gewicht beizulegen, hinzu fügt, er habe den Verſuch ſelbſt geſehn.

tern aus Lilliput. Mir freilich hat die Natur zwei ſcharfe Augen verliehn, von denen ich das eine ſehr fernſichtig, das andere ſehr kurzſichtig gemacht habe, weſshalb ich für beide Arten von Lettern den bequemſten Geſichtspunkt zu reſpective 3 bis 4 Fuſs, oder 3 bis 4 Zoll Entfernung benutzen kann. In der Regel aber iſt die Zwergſchrift bloſs für die kurzſichtige Jugend bequem. Nicht nur wird in Deutſchland ſchon die Armuth der Gelehrten es verhindern, auch die Mode der Rieſenſchrift mitzumachen; ſondern da überdies in Deutſchland gegenwärtig die junge Welt ſich benimmt, als ob ſie niemahls alt zu werden Willens wäre, ſo will ich ihr mit den Todtenſchädeln von dem Begräbniſsplatze zu Neuſtadt-Dresden zurufen:

Die ihr vorüber geht, Mann, Jüngling oder Kind,
Wir waren was ihr ſeyd, ihr werdet was wir ſind!

Man nehme mit dieſer Ueberſetzung vorlieb, da ich ſogleich der eigentlich lateiniſchen Inſchrift mit metriſcher Genauigkeit mich nicht zu erinnern weiſs. *)

Schlechterdings ſollen dieſe Zeilen nicht auch gegen den würdigen Herausgeber der Annalen gerichtet ſeyn. Wir beide ſind ja alte Freunde, alſo auch an Jahren nicht ſo gar viel verſchieden. Auch gehören ſelbſt die obigen *s* und *r* noch lange nicht zu den kleinſten. Aber Herr Mayer Hirſch hat für ſeine *Sammlung geometriſcher Aufgaben* offenbar in Lilliput gieſsen laſſen.

---

*) Was ich zuſammen zu bringen weiſs, wäre folgendes:

Vos, qui transitis, memores veſtri, rogo, ſitis;
Quod ſumus, hoc eritis, ſaimus aliquando, quod eſtis.

Vermuthlich dem Originale nicht völlig gemäſs. Indeſſen würde es, auch bei nicht beſſern Füſsen, dennoch die Herzen aller Leſer erreichen. B.

Blofs eine *Fortſetzung* ſtatt meines ſchon verſprochenen *kurzen Beſchluſſes* erfolgt hier: denn die Umſtände haben ſich geändert.

In allem meinem Thun und Laſſen ein recht laut erklärter Feind von allem dem, was man Pedanterei zu nennen hat, pflege ich auch in Streitigkeiten nie den Krittler zu machen, der auch jedes kleine Unrecht des Gegners in Anſpruch nimmt. Aber es iſt ja keine Kleinigkeit, daſs Herr Mollweide auch in ſeiner Gegenbemerkung, No. VIII, a. a. O., aufs neue meiner *Anzeige* etwas aufbürden will, was ſchlechterdings in ihr gar nicht vorkommt.

„Herrn Buſſe's Anzeige enthält *ſo wohl* die *Anfrage*, ob der erwähnte Satz ein Stein des Anſtoſſes „geworden ſey, *als* die *Anzeige*, daſs Herr Buſſe „zum Beweiſe deſſelben die *Naturphiloſophie* in Requiſition geſetzt habe.“

Ich leſe meine ganze, nur kurze Anzeige aufs neue durch, und finde abermahls, daſs ſie durchaus *nur Anzeige, nirgends Anfrage* iſt. Indeſſen würde ich *dieſe* falſche Verſicherung, wenn ſie die einzige wäre, ungerügt hingehen laſſen, weil ich es ſehr natürlich finde, daſs Hr. Mollweide auf irgend eine Weiſe das Windmühlengefecht von ſich abzulehnen wünſcht.

Aber ich leſe meine Anzeige abermahls durch, und ſehe, ich habe es aufs deutlichſte in ihr erzählt, wie mir diejenige Ueberzeugung, welche ich bloſs nebenher eine naturphiloſophiſche genannt habe, durchaus von ſelbſt zuerſt entſtanden iſt, und daſs ich dann auch die *Algebra*, (ſchreibe *Algebra*, *nicht Naturphiloſophie*,) *in Requiſition* geſetzt habe, „um jene *vorläufige Ueberzeugung* zu beſtätigen, welche *naturphiloſophiſch* zu heiſſen verdient.“ Wie unwahr und wie unbedachtſam iſt daher die Verſicherung des Herrn Mollweide, daſs ſeine Mittheilung nöthig geweſen ſey, um zu zeigen,

dafs der Beweis ohne Requiſition der Naturphiloſophie zu finden ſey!

Dieſes Benehmen meines Gegners veranlaſst mich, nunmehr auch zu rügen, was ich, um kurz zu beſchlieſſen, gänzlich ungerügt zu laſſen Willens war, daſs nämlich ſchon in ſeiner erſten Bemerkung §. 6, eben ſo unwahr und eben ſo unbedachtſam geſchrieben ſteht:

„Was die Hauptſchwierigkeit, welche Euler bei „dieſem Problem findet, und welche Hr. Buſſe zwar „anführt, aber durch Einmengung der Lehre von den „entgegen geſetzten Gröſsen in ein ganz falſches Licht „ſtellt, betrifft, ſo beſteht dieſelbe darin, daſs die Ge„ſchwindigkeit des angezogenen Körpers im Mittel„punkte der Anziehung unendlich iſt, jenſeits deſſelben „aber wieder endlich wird.“

Ich dächte doch, die Sache ſelbſt, das Entſtehen der unendlichen Geſchwindigkeit und das Uebergehen in die endliche, hat Klimm, ohne irgend der entgegen geſetzten Gröſsen zu erwähnen, eben ſo kurz als treffend und pragmatiſch erzählt; und unter uns geſagt, alles, was Klimm dort berichtet, das hat er von mir! Dem verewigten groſsen Euler, der noch viel gröſser war, als ich und Klimm zuſammen genommen, würden jene unendliche und endliche Geſchwindigkeit an und für ſich ſelbſt betrachtet, ebenfalls die geringſte Schwierigkeit nicht verurſacht haben. Was ihm Schwierigkeit verurſacht, iſt ſein *algebraiſcher Ausdruck*, der *ſtatt* der *endlichen* Geſchwindigkeit eine *unmögliche* angiebt. Indem ich *dieſe* Schwierigkeit zu heben den Mathematikern vorlegte, von der ich laut der ganzen Tendenz meiner Aufforderung behaupte, daſs ſie lediglich durch ein nicht gehörig angelegtes, nicht gehörig gebrauchtes $\mp$ entſteht: ſo muſs ich ja des $\mp$ wohl erwähnen! Wenn ich es *hierbei* nicht hätte, mit Hrn. Moll-

ANNALEN DER PHYSIK,

JAHRGANG 1807, SIEBENTES STÜCK.

I.

PHYSIKALISCHE BETRACHTUNGEN

über

die Kunſt des Raſirens und über die Raſirmeſſer,

von

WILL. NICHOLSON. *)

Mit einigen Zuſätzen.

Eigenſinn der Mode, oder Liebe zur möglichſten Reinlichkeit haben faſt alle europäiſche Nationen ihrer Bärte beraubt. Seitdem iſt eine bequeme Methode, von dem Barte ſich zu befreien, ein wahres Bedürfniſs; ſelbſt häufig ein Gegenſtand des Geſprächs. **) Ich glaube daher durch folgende Bemerkungen manchen zu verpflichten.

*) Aus deſſen *Journ. of natur. phil.*, Vol. 1, p. 47. *G.*

**) Das heiſst, in England, wo ſich faſt jedermann ſelbſt raſirt. *Gilb.*

Die Verfertigung eines guten *Rafirmeſſers* hängt von ſo manchen Umſtänden und Bedingungen ab, vom Material, vom Schmieden, von der Härtung, vom Anlaſſen, daſs ſelbſt der geſchickteſte Künſtler nur durch den Gebrauch die vollkommenſten Meſſer auszufinden weiſs. Mir iſt kein Mittel bekannt, wie ſich aus einer Menge von Meſſern ein gutes ausfinden läſst. Das einzige, was ich ſagen kann, iſt, daſs ein ſchlechtes Rafirmeſſer nicht leicht eine feine Schneide erhält, und daher würde ich ein ſolches wählen, welches die beſte Schneide hat und vom Wetzſtein wenig angegriffen wird. Es muſs, wenn man längs der Schneide hinſieht, wenige oder keine flachen Stellen haben, die der Wetzſtein nicht getroffen hat, und muſs, wenn man es gegen den Grat ſtreicht, ſcharf und ſanft ſeyn. Die gewöhnliche Art, das Meſſer gegen die Haut zu verſuchen, um zu ſehen, ob es eine feine Schneide hat, iſt lange keine ſo feine Probe, als wenn man die Schneide des Rafirmeſſers leicht auf die dicke Haut in der Hand aufſetzt, ſo daſs ſie etwa 2 Zoll lang dieſelbe berührt, und es dann etwa $\frac{1}{4}$ Zoll fortführt, ohne zu ſchneiden. Auf dieſe Art laſſen ſich die Irregularitäten der Schneide, ſelbſt an den feinſten chirurgiſchen Werkzeugen, auf das beſtimmteſte fühlen.

Hat man ein gutes Meſſer, ſo muſs man es in Stand zu halten wiſſen. Die Schärfe der Schneide geht beim Gebrauche bald verloren, und kann nur durch Streichen, Wetzen oder Schleifen wiedergegeben werden. Gewöhnlich geſchieht es mit dem

was auf meine Aufforderung die alte Theorie mir zu entgegnen hat! Dann kann die Sache ſogleich zwiſchen Ihm, dem Hauptvertheidiger der alten Theorie, und mir ausgemacht werden, ohne daſs ich die Leſer durch zerſtückeltes Vorpoſtengefecht zu ermüden brauche. Ueberdies müſſen doch auch gerade wir beide, wegen eines neuen ∓ in dem *Mathematiſchen Wörterbuche* noch aufs Reine zu kommen ſuchen.

IX.

Aus einem Briefe des Herrn Profeſſors Maréchaux.

München den 7ten Jul. 1807.

— — — — Sie haben den Leſern Ihrer *Annalen* verſchiedene Fragmente aus meinen etwas flüchtig geſchriebenen Briefen mitgetheilt, welche Verſuche betreffen, die hier angeſtellt werden, und worunter bloſſe Gerüchte ſind, die ohnehin das Urtheil des Publicums über dieſe Sache nicht beſtimmen können. Sagen dieſer Art pflegen über kurz oder über lang durch andere Sagen widerſprochen zu werden, die am Ende ſelbſt kein beſſeres Schickſal erfahren. Es iſt unter dieſen Umſtänden um ſo ſchwerer, die Wahrheit zu erkennen, da mancher, der von dieſen Verſuchen ſpricht, vielleicht nur in der Abſicht, um ſeiner Ausſage ein gröſſeres Gewicht beizulegen, hinzu fügt, er habe den Verſuch ſelbſt geſehn.

X.

ZEITUNGSNACHRICHT

von einem Meteorſteine, der in Rufsland herab gefallen iſt.

(Aus einem Schreiben, Petersburg den 18ten Julius, im Hamburger unparteiiſchen Correſp., 1807, No. 126.)

Die kaiſerliche Akademie der Wiſſenſchaften hat den 27ſten Junius von Sr. Erlaucht, dem Herrn Miniſter des Innern, Grafen Victor Pawlowitſch Kotſchubei, einen beinahe *vier Pud*, (160 Pfund,) ſchweren, im Juchnowſchen Kreiſe des Smolenskiſchen Gouvernements herunter gefallenen *Meteorſtein* nebſt folgender Beſchreibung der ſeinen Fall begleitenden Erſcheinungen erhalten:

„Zufolge des Berichts vom Juchnowſchen Landgericht an den Herrn Kriegsgouverneur von Smolensk, General von der Kavallerie, Apraxin, ward am 13ten März 1807 nach Mittag von allen Bewohnern der umliegenden Gegend ein auſserordentlich ſtarker Donnerſchlag mit groſsem Getöſe und Krachen gehört.“

„Zur ſelbigen Zeit waren zwei fremde Bauern aus dem der Gutsbeſitzerin Gräfin Golowkin zugehörigen Dorfe Peremeſchajew im Werejaſchen Kreiſe des Gouvernements Moskau, Namens Ignatji Pawlow, und Karp Timofejew, aus dem Dorfe Timochin im Juchnowſchen Kreiſe, aufs Feld hinaus gegangen. Dieſe kehrten nach einiger Zeit wieder zurück und zeigten an, daſs Nachmittags bei dunkelm Wetter, während ſie auf dem Felde geweſen, ein entſetzlicher Donner entſtanden ſey, und ſie in demſelben Augenblicke, vierzig Schritte vor ſich, einen ſchwarzen Stein von beträchtlicher Gröſse auf die Erde hätten fallen ſehen. Betäubt

gend über den Wetzstein, sondern erhebe den Rücken um nicht ganz die halbe Breite der Klinge über den Wetzstein.

Unser Rasirmesser sey nun im Stande. Ehe wir indefs zum Rasiren selbst uns wenden, hier noch eine Bemerkung. Man findet, dafs das Messer beim Rasiren besser schneidet, wenn man es zuvor in *heifses Wasser* taucht. Ob ich gleich das Factum zugestehe, so bin ich doch mit keiner der dafür gegebenen Erklärungen zufrieden. Man hat gesagt, die Wärme dehne die feinen Kerben in der Schneide aus und öffne andere; aber diese Ausdehnung kann kaum in Betrachtung kommen, wenn man bedenkt, dafs selbst kochendes Wasser den Stahl höchstens um ein Zehntausendtel ausdehnt. Andere meinen, da die Wärme Horn, Haare und dergleichen Dinge erweiche, so möge wohl die warme Schneide leichter durch Haare hindurch gehen, als eine kalte; allein wie geringe ist diese Wärme und wie momentan die Einwirkung des Messers auf das Haar! Zudem sagt man, und ich glaube mit Recht, die Wirkung bleibe, auch wenn man das Rasirmesser vor dem Gebrauche erkalten läfst. Vielleicht befreit daher das warme Wasser blofs die Schneide vom anklebenden Fette, und befördert dadurch das Fortgleiten des Werkzeuges über die Enden der durchschnittenen Haare.

Wie die *Seife* beim Rasiren anzuwenden sey, darüber sind die Meinungen sehr verschieden. Einige

XI.

ANZEIGE,

dieſe Annalen der Phyſik betreffend.

Der Herausgeber glaubt keiner Entſchuldigung zu bedürfen, wenn er durch dieſe Zeilen, in den Annalen ſelbſt, die Phyſiker, welche ihm ihre Arbeiten zur Bekanntmachung anvertraut haben, wegen einigen Verzugs in dieſer Bekanntmachung und in der Correſpondenz, um Nachſicht bittet. Die langen Ferien, in die er als akademiſcher Docent verſetzt worden iſt, haben ihm Gelegenheit gegeben, einige Gebirge des nördlichen Deutſchlands zu bereiſen, und in der unterrichtenden Geſellſchaft, in der er dort ſich zu befinden das Glück gehabt hat, verweilte er länger, als es die anfängliche Abſicht war. Während dieſer Zeit ruhte die Redaction der Annalen, die er fortdauernd allein zu beſorgen wünſchte.

Wie auch immer das Verhängniſs, welches über Halle ſchwebt, ſich entwickeln mag, auf die Fortdauer der Annalen der Phyſik ſoll dieſes keinen Einfluſs haben, voraus geſetzt, daſs die Völker, deren Mutterſprache die deutſche iſt, nicht aufhören, für Wiſſenſchaft Sinn und Intereſſe zu behalten. Der Herausgeber hält es für nöthig, dieſes hier beſtimmt zu erklären, da manche Anfrage Beſorgniſs darüber äuſsert; und er fordert alle Freunde der Phyſik in Deutſchland auf, ihn bei dieſer wiſſenſchaftlichen Zeitſchrift durch ihre Theilnahme, und durch Verbreitung derſelben, nach wie vor zu unterſtützen. An ſeiner Hingebung und an ſeinem Eifer ſoll es nie fehlen, welches auch die Lage ſey, in die er verſetzt wird.

Im September 1807. *Gilbert.*

Beim *Raſiren* legen einige das Meſſer flach auf das Geſicht, andere erheben es unter einem beträchtlichen Winkel, und auf beide Arten läſst ſich der Prozeſs geſchickt ausführen. Ein ſehr übles Verfahren iſt es dagegen, das Meſſer gegen die Haut zu drücken; bei einem falſchen Zuge wird dieſes gewiſs nicht ungeſtraft bleiben. Ungeſchickte Raſirer werden die Haut weniger verletzen, wenn ſie das Meſſer flach auflegen; doch wird das Haar am kürzeſten abgeſchoren werden, wenn man dem Meſſer gegen die Haut dieſelbe Neigung als gegen den Stein giebt. Nach allem dieſem ſcheint es mir nur eine einzige unnachläſsliche Bedingung beim Raſiren zu geben, daſs nämlich das Meſſer in gutem Stande ſey; die übrigen Umſtände laſſen mannigfaltige Abänderungen zu, ausgenommen das mechaniſche Verfahren. Die gröſste Kunſt beim Raſiren beſteht in einem ſchiefen Zuge, das heiſst, darin, das Meſſer ſo zu führen, daſs die Linie der Bewegung des Meſſers gegen die Schneide ſelbſt ſehr ſtark geneigt ſey, und nicht mit ihr einen rechten Winkel mache, wie es gewöhnlich geſchieht. Dann wirkt das Inſtrument als eine Säge, und mit viel gröſserm Nachdruck, als wenn man es wie einen bloſsen Stiel gebraucht; es ſchneidet auf dieſe Art ſo gut, daſs es viel Uebung und Vorſicht erfordert, ehe man dieſe Art zu raſiren mit völliger Sicherheit annehmen kann; dann geht aber auch das Raſiren deſto leichter und ſchneller.

Die Verfertigung eines guten *Raſirmeſſers* hängt von ſo manchen Umſtänden und Bedingungen ab, vom Material, vom Schmieden, von der Härtung, vom Anlaſſen, daſs ſelbſt der geſchickteſte Künſtler nur durch den Gebrauch die vollkommenſten Meſſer auszufinden weiſs. Mir iſt kein Mittel bekannt, wie ſich aus einer Menge von Meſſern ein gutes ausfinden läſst. Das einzige, was ich ſagen kann, iſt, daſs ein ſchlechtes Raſirmeſſer nicht leicht eine feine Schneide erhält, und daher würde ich ein ſolches wählen, welches die beſte Schneide hat und vom Wetzſtein wenig angegriffen wird. Es muſs, wenn man längs der Schneide hinſieht, wenige oder keine flachen Stellen haben, die der Wetzſtein nicht getroffen hat, und muſs, wenn man es gegen den Grat ſtreicht, ſcharf und ſanft ſeyn. Die gewöhnliche Art, das Meſſer gegen die Haut zu verſuchen, um zu ſehen, ob es eine feine Schneide hat, iſt lange keine ſo feine Probe, als wenn man die Schneide des Raſirmeſſers leicht auf die dicke Haut in der Hand aufſetzt, ſo daſs ſie etwa 2 Zoll lang dieſelbe berührt, und es dann etwa $\frac{1}{4}$ Zoll fortführt, ohne zu ſchneiden. Auf dieſe Art laſſen ſich die Irregularitäten der Schneide, ſelbſt an den feinſten chirurgiſchen Werkzeugen, auf das beſtimmteſte fühlen.

Hat man ein gutes Meſſer, ſo muſs man es in Stand zu halten wiſſen. Die Schärfe der Schneide geht beim Gebrauche bald verloren, und kann nur durch Streichen, Wetzen oder Schleifen wiedergegeben werden. Gewöhnlich geſchieht es mit dem

Streichriemen, der keine beſondere Unterweiſung nöthig macht. Nur muſs man nie ein Meſſer eher ſchärfen, als wenn es ſtumpf iſt, und mit dem Streichen ſogleich aufhören, wenn der gehörige Effekt hervor gebracht iſt; alles weitere iſt ſchädlich. Das Streichen auf dem Riemen giebt eine ſanfte Schneide, welche aber wegen der Elaſticität des Riemens etwas rund wird, und an der äuſserſten Schärfe keinen ſehr ſpitzen Winkel hat. Ein Raſirmeſſer, deſſen Schneide ſchon zu rund iſt, um durch den Riemen wieder ſcharf zu werden, muſs auf den *Wetzſtein* kommen. Wir können den Wetzſtein anſehen, als ſey er eine Maſſe feinen innig verbundenen Sandes, deſſen Theile wie die Zähne der Feile oder Raspel gegen das darauf zu bringende Werkzeug wirken. Die Seiten werden geſchrammt und die Schneide wird zu einer unregelmäſsigen Säge, deren Zähne um ſo viel feiner ausfallen, je kleiner die Sandtheilchen ſind, und je geringer der Druck beim Reiben iſt. Man findet, daſs der Wetzſtein ſanfter und feiner wirkt, wenn man ihn mit Oehl beſtrichen hat, bevor man ihn weglegt; dies kömmt wahrſcheinlich daher, daſs das Oehl mit der Zeit ſich verdickt und die Theile des Sandes, welche einreiſsen, überklebt. Beim Wetzen eines Raſirmeſſers iſt vornehmlich folgendes zu beobachten. 1. Man führe das Meſſer, mit der Schneide voran, längs des Steines leicht hin, und eben ſo wieder her, ſtreiche aber ja nicht bei einerlei Lage des Meſſers rück- und vorwärts, es ſey denn, daſs

man ein beträchtliches Stück fortwetzen wollte, welches indeſs ſelten der Fall ſeyn wird, auſser wenn die Schneide eine Scharte oder einen andern Fehler bekommen hat. 2. Nach jedem zweiten oder folgenden Strich muſs man die Schneide auf der Hand verſuchen, und ſo bald ſie ganz gleichmäſsig rauh iſt, aufhören. Iſt der Wetzſtein gut, und war der Druck nur leicht, ſo iſt dann die Schneide ſehr fein, obſchon im Ganzen nicht ſo ſanft, als ſie ein guter Streichriemen macht, weſshalb ſie dann noch 3. mit einem oder zwei Strichen auf dem Riemen zu vollenden iſt. — Im Falle ein längeres Wetzen nöthig iſt, ſo bekömmt die Schneide das, was man einen Grat nennt, nämlich einen ſehr dünnen Saum von Stahl, der an ihr hängt. Bräche dieſer während des Wetzens auf dem Wetzſteine ab, ſo würde die Schneide, indem man ſie über ihn wegführt, Scharten bekommen; er muſs daher durch einen beſondern Strich fortgeſchafft werden, indem man das Meſſer in einer Stellung, die der ſenkrechten näher als der horizontalen kömmt, erſt mit der einen und dann mit der andern Seite über den Stein wegzieht. Hierdurch wird der Grat fortgenommen und eine vollkommne, aber nicht ſehr ſpitzwinklige Schneide hervor gebracht, welche durch zwei oder mehrere leichte Striche von der vorhin gedachten Art erſt wieder in Ordnung gebracht werden muſs; wobei man nicht zu viel thue. Verlangt man eine ſtarke Schneide, ſo führe man das Meſſer nicht, wie bei dem bisher beſchriebenen Verfahren, flach auflie-

gend über den Wetzſtein, ſondern erhebe den Rücken um nicht ganz die halbe Breite der Klinge über den Wetzſtein.

Unſer Raſirmeſſer ſey nun im Stande. Ehe wir indeſs zum Raſiren ſelbſt uns wenden, hier noch eine Bemerkung. Man findet, daſs das Meſſer beim Raſiren beſſer ſchneidet, wenn man es zuvor in *heiſses Waſſer* taucht. Ob ich gleich das Factum zugeſtehe, ſo bin ich doch mit keiner der dafür gegebenen Erklärungen zufrieden. Man hat geſagt, die Wärme dehne die feinen Kerben in der Schneide aus und öffne andere; aber dieſe Ausdehnung kann kaum in Betrachtung kommen, wenn man bedenkt, daſs ſelbſt kochendes Waſſer den Stahl höchſtens um ein Zehntauſendtel ausdehnt. Andere meinen, da die Wärme Horn, Haare und dergleichen Dinge erweiche, ſo möge wohl die warme Schneide leichter durch Haare hindurch gehen, als eine kalte; allein wie geringe iſt dieſe Wärme und wie momentan die Einwirkung des Meſſers auf das Haar! Zudem ſagt man, und ich glaube mit Recht, die Wirkung bleibe, auch wenn man das Raſirmeſſer vor dem Gebrauche erkalten läſst. Vielleicht befreit daher das warme Waſſer blos die Schneide vom anklebenden Fette, und befördert dadurch das Fortgleiten des Werkzeuges über die Enden der durchſchnittenen Haare.

Wie die *Seife* beim Raſiren anzuwenden ſey, darüber ſind die Meinungen ſehr verſchieden. Einige

gebrauchen ſie kalt und dick und tragen ſie mit einer Bürſte oder einem Pinſel auf; andere nehmen ſie heifs; und noch andere gebrauchen heifsen Schaum oder Seifenwaſſer, welche ſie recht einreiben, bis das Alkali die Haut erweicht und beſſer zur Annahme des Waſſers geſchickt gemacht hat, als ſie es in ihrem gewöhnlichen Zuſtande iſt. Sir John Chardin behauptet, dafs die groſse Vorzüglichkeit der perſiſchen Barbierer auf dieſem Kunſtgriff beruhe; allein ich kann auf der andern Seite das Beiſpiel der Chineſen anführen, welche mit groſser Geſchicklichkeit raſiren, und eine Seifenbüchſe und kaltes Waſſer gebrauchen. Ob die Wirkung der Seife darauf beruht, dafs ſie durch eine anfangende Verbindung des Alkali mit dem Haare, die Oberfläche der Haare erweicht, oder ob ſie die Haut ſchlüpfrig macht, und dadurch bewirkt, dafs man ſich weniger ſchneide: — das ſind Fragen, die nur aus Verſuchen beantwortet werden können, und von ſolchen Verſuchen iſt mir weiter nichts bekannt, als dafs eine Auflöſung von bloſsem Alkali minder wirkſam iſt als Seife; eben ſo bloſses Oehl oder Fett. Daher glaube ich, dafs die Seife auf eine doppelte Art wirkt: erſtens wird durch das Alkali derſelben die Materie der Ausdünſtung aufgelöſt und fortgenommen; zweitens macht ihr Oehl die Haut ſchlüpfrig. Durch Wärme werden dieſe Wirkungen vielleicht etwas befördert, und das Haar in einer höhern Temperatur etwas erweicht; doch ſcheint der Unterſchied nicht ſehr bedeutend zu ſeyn.

ich zur Antwort: dieſelbe Frage habe ihm der verſtorbene Dr. Black mehr als Ein Mahl vorgelegt, er ſey indeſs auſser Stande, etwas Genügendes darüber zu ſagen. Sollte dies aus irgend einer chemiſchen Einwirkung des Sauerſtoffs der Luft auf das Metall der feinen Schneide erklärbar ſeyn, wodurch es vielleicht ſo verändert wird, daſs der Streichriemen mehr Wirkſamkeit darauf äuſsern kann?"

Hierauf erwiedert Hr. Nicholſon folgendes:

Daſs Raſirmeſſer und andere ſehr feinſchneidige Stahlinſtrumente, wenn ſie ſtumpf geworden ſind, einen gewiſſen Grad von Schärfe durch bloſses Liegen wieder erhalten, iſt, wie ich glaube, häufig bemerkt worden. Die Thatſache kann daher ſchwerlich als zweifelhaft angeſehen werden. Daſs es indeſs nöthig iſt, das Inſtrument abzuziehen, um ſeine Schärfe wieder hervor zu bringen, iſt, ſo viel ich weiſs, noch nicht bemerkt worden.

Mein vormahliges Nachdenken über dieſen Gegenſtand hat mich darauf geführt, die Wirkung einer durch die beſondere Natur des Stahls modificirten Oxydirung zuzuſchreiben. Aus meinen Bemerkungen und Verſuchen über eine Damascenerklinge, (*Ann.*, XVII, 464, Anm.,) wird man ſich erinnern, daſs die wellenförmige fibröſe Textur der Oberfläche, oder das ſo genannte Waſſer dieſer Klingen, durch Einwirkung einer Säure hervor gebracht wird, und darauf beruht, daſs das Ganze eine Mengung von Eiſen und Stahl iſt. Daſſelbe iſt, wie ich dort vermuthet habe, die Urſache der rauhen ſcharfen

Einige Zuſätze zum Vorigen, aus Briefen an Nicholſon.

Den 26ſten Jan. 1802. *)

— — Was die Auswahl des Raſirmeſſers betrifft, ſo ſehe ich noch darauf, ob auch die Schneide ſich nicht abſtumpft oder umlegt, wenn ſie zwei oder drei Mahl über ein Stück Horn oder den Nagel des Daumens gezogen wird.

Beim *Streichen* auf dem Riemen muſs man noch darauf ſehen, die letzten Striche ganz auf die Art zu thun, wie man das Meſſer beim Raſiren führen will; das iſt, wenn man gewohnt iſt, die ziehenden Striche von hinten nach der Spitze zu machen, ſo muſs man auch von unten nach oben ſtreichen, und ſo umgekehrt. Dieſe Bemerkung gilt von allen feinen Schneiden, beſonders bei chirurgiſchen Inſtrumenten. Für einen ſteifen Bart muſs man eine rundere Schneide auf einem ſchlappen Riemen bilden; eine ſchärfere, länger dauernde Schneide giebt ein ſtraffer Riemen, der auf einem unelaſtiſchen Körper befeſtigt iſt.

Der *Seifenſchaum* ſcheint auſser der von Ihnen angegebenen Wirkung noch die zu haben, dem Barte eine gröſsere Steifigkeit zu geben. Er vereinigt gewiſſer Maſsen eine groſse Anzahl Haare, und bewirkt dadurch, daſs ſie dem Meſſer einen gleichmäſsigen Widerſtand entgegen ſetzen, indem er ihre Elaſticität vermindert und ihnen etwas von ihrer

*) *Daſ.*, p. 210. *Gilb.*

natürlichen Glätte benimmt. Beim Rafiren ohne Seife wird der Bart gewöhnlich unregelmäfsig abgeſchnitten, beſonders wenn die Schneide nicht vorzüglich ſcharf iſt, wie ſich das an einem Bündel loſe gebundener Borſten, oder beim Beſchneiden eines Buchs Papier, welches in keiner Preſſe iſt, wahrnehmen läſst. Hat der Seifenſchaum nur die gehörige Steifigkeit, ſo iſt es gleichgültig, ob er kalt oder warm gebraucht wird, denn ich glaube, daſs das Alkali ſehr ſchnell auf die polirte Oberfläche der Haare wirkt.

Die Form des Rafirmeſſers iſt von einigem Einfluſſe. Junge Rafirer, die noch nicht den gehörigen gleichen Zug haben, ſollten ſich ſäbelartige Meſſer ausſuchen. Auch ſollte die Spitze der Meſſer immer in ein Zirkelſegment gerundet ſeyn, weil es ſonſt unbequem iſt, einen Zug an der Spitze nach hinten zu machen, welches oft nöthig wird, wenn man nicht eben ſo gut links als rechts iſt.

Ein anderer Correſpondent, fügt Nicholſon hinzu, hat mir etwas mitgetheilt, woraus ſich die *Wirkung der Wärme auf ſchneidende Werkzeuge* ſehr gut zu erklären ſcheint. Er bemerkt, daſs in den kalten Klimaten von Nordamerika eine Axt beim Hiebe nicht ſelten wie Glas zerſpringt, und daſs auch unſre Schmiede es ſehr wohl wiſſen, daſs Stahl, Eiſen und andere Metalle, wenn ihre Temperatur auch nur ſehr wenig erhöht wird, bedeutend an Tenacität zunehmen. Sie benützen dieſen

Umſtand, wenn ſie ein Werkzeug oder Geräth durch kaltes Hämmern zurichten oder verändern wollen, und wärmen es zuvor, damit es nicht breche. Wahrſcheinlich, meint mein Correſpodent, finde etwas ähnliches bei der feinen Schneide eines Raſirmeſſers Statt; kalt geſtrichen oder gebraucht erhält ſie leicht Splitter und Riſſe, und daraus erklärt er es ſich, wie ſie weit beſſer wirke und brauchbarer ſey, wenn man ihr zuvor durch eine Wärme mehr Tenacität gegeben hat.

Dublin den 9ten Jul. 1806. *)

Ich überſchicke Ihnen hier ein Paar Bemerkungen als Zuſatz zu den intereſſanten Notizen, welche Sie in Ihrem Journale über die Raſirmeſſer und die Art ſie zu gebrauchen, gegeben haben.

Ich habe gefunden, daſs es beſſer iſt, den Seifenſchaum etwas dicker zu machen als man pflegt, oder ihn nach dem Einſeifen der Haut einige Sekunden lang halb trocknen zu laſſen, und in beiden Fällen ihn mit der Hand oder einem etwas ſteifen Pinſel, zwiſchen die Wurzeln der Haare gut einzureiben. Dies giebt den Haaren einen mäſsigen und angemeſſenen Widerſtand gegen die Klinge. Das Meſſer vor dem Raſiren zu ſtreichen, iſt verwerflich; lange und wiederhohlte Erfahrung hat mich belehrt, daſs es am zweckmäſsigſten iſt, es gleich nach dem Raſiren auf dem Riemen zu ſtreichen und es in die-

*) Daſ., Vol. 14, p. 345.

ſem Zuſtande wegzulegen. Man braucht es dann nur ein wenig an der flachen Hand zu ſtreichen und ein Mahl in warmes Waſſer zu tauchen, ſo iſt es fertig für den Gebrauch. Dieſes erkläre ich mir daraus, das ein bischen Oehl oder Fett von dem Streichriemen das Meſſer überzieht, welches darüber hingezogen worden, und die Politur deſſelben erhält, die ſonſt durch den Roſt verloren gehen würde. Das Streichen an der Hand benimmt der Schärfe dieſen Oehlüberzug, auch den Grat, den es ſo leicht beim Wetzen annimmt, und ſetzt es in den Stand, vom warmen Waſſer etwas Wärme und eine Art von Temperirung anzunehmen.

Vor ziemlicher Zeit wurde hier ein Pulver für Raſirmeſſer unter dem Namen: *ägyptiſches Raſirmeſſerpulver*, ausgeboten. Es wird jetzt nicht öffentlich verkauft; da ich aber damahls mich damit verſehn hatte, ſo kann ich davon aus Erfahrung ſprechen. Zuerſt gebrauchte ich es, wie vorgeſchrieben war, in trockenem Zuſtande auf dem Streichriemen; dann aber habe ich es lange Zeit mit ein wenig Oehl vermiſcht, gebraucht. So war es die beſte Compoſition, um den Raſirmeſſern eine feine Schneide zu geben, die ich je verſucht habe. Denn über drei Jahre lang bin ich des Wetzſteins nicht Ein Mahl benöthigt geweſen; nie hatte das Raſirmeſſer einen Grat, und ich finde wenige Striche über den Riemen nach dem Raſiren völlig zureichend, mein Meſſer, (nie bedarf ich eines zweiten,) in gutem Stande zu erhalten.

Mancher mag dieſes für Kleinigkeiten halten. Doch iſt es vielleicht nicht ohne Werth für jemand, der, wie der Schreiber dieſes, einen ſteifen Bart und ſchlechte Meſſer hat; ſehr verdrieſsliche Zugaben des Alters.

Noch einige Bemerkungen über Raſirmeſſer und andere ſchneidende Werkzeuge aus Stahl,

von

NICHOLSON. *)

In einem Briefe, geſchrieben Edinburg den 10ten Mai 1806, erging an Herrn Nicholſon unter andern folgende Anfrage:

„Da ich oft bemerkt habe, daſs ein Raſirmeſſer, welches durch den Gebrauch ſeine Schneide verloren hat, wenn es eine Zeit lang ungenutzt liegt, ſie durchs Abziehen wieder erhält, ſo pflege ich jetzt meine Raſirmeſſer, wenn ſie ſtumpf werden, eine kurze Zeit lang wegzulegen, um ihr Vermögen, zu ſchneiden, zu erhöhen. Einige geſchickte Friſeurs, die viel zu barbiren haben, verſicherten mich, als ich ſie darum befrug, ſie hätten daſſelbe bemerkt; und als ich vor einigen Tagen einem Künſtler in dieſer Stadt, der chirurgiſche Inſtrumente macht, die Frage vorlegte, ob er mir nicht einen Grund dafür angeben könne, erhielt

*) *Daſ.*, Vol. 14, p. 89 f. *Gilb.*

ich zur Antwort: dieſelbe Frage habe ihm der verſtorbene Dr. Black mehr als Ein Mahl vorgelegt, er ſey indeſs auſser Stande, etwas Genügendes darüber zu ſagen. Sollte dies aus irgend einer chemiſchen Einwirkung des Sauerſtoffs der Luft auf das Metall der feinen Schneide erklärbar ſeyn, wodurch es vielleicht ſo verändert wird, daſs der Streichriemen mehr Wirkſamkeit darauf äuſsern kann?"

Hierauf erwiedert Hr. Nicholſon folgendes:

Daſs Raſirmeſſer und andere ſehr feinſchneidige Stahlinſtrumente, wenn ſie ſtumpf geworden ſind, einen gewiſſen Grad von Schärfe durch bloſses Liegen wieder erhalten, iſt, wie ich glaube, häufig bemerkt worden. Die Thatſache kann daher ſchwerlich als zweifelhaft angeſehen werden. Daſs es indeſs nöthig iſt, das Inſtrument abzuziehen, um ſeine Schärfe wieder hervor zu bringen, iſt, ſo viel ich weiſs, noch nicht bemerkt worden.

Mein vormahliges Nachdenken über dieſen Gegenſtand hat mich darauf geführt, die Wirkung einer durch die beſondere Natur des Stahls modificirten Oxydirung zuzuſchreiben. Aus meinen Bemerkungen und Verſuchen über eine Damascenerklinge, (*Ann.*, XVII, 464, Anm.,) wird man ſich erinnern, daſs die wellenförmige fibröſe Textur der Oberfläche, oder das ſo genannte Waſſer dieſer Klingen, durch Einwirkung einer Säure hervor gebracht wird, und darauf beruht, daſs das Ganze eine Mengung von Eiſen und Stahl iſt. Daſſelbe iſt, wie ich dort vermuthet habe, die Urſache der rauhen ſcharfen

enthielten, deren Feldſpath aber durch Eiſenoxyd eine ſtarke Färbung erlitten hatte, durch folgende Behandlung dem Magnete folgſam zu machen.

Hatten die Granitſtücke durch die Verwitterung bereits ſtark gelitten, ſo daſs ſie ſich zwiſchen den Fingern zerbröckeln lieſsen, ſo nahm ich davon zollgroſse Stücke; den friſchen Granit aber zerſchlug ich, durch Granitſtücke derſelben Art, in erbſen- und hagelkörner-groſse Theile. Dieſe Theile packte ich in feines Kohlenpulver in kleinen Tiegeln ein, welche ich mit Kohlenpulver, das mit arabiſchem Schleime angemengt war, beſchlagen hatte, verklebte hierauf die Tiegel, und ſtellte ſie unter die Muffel eines Probirofens, welche auf dem Boden mit zerſtoſsenem ſtrahligen Graubraunſtein bedeckt war. Ich richtete darauf das Mundloch der Muffel dicht mit Kohlen zu, und gab ein Paar Stunden hindurch das ſtärkſte Feuer. Als die Tiegel aus dem Feuer genommen waren, fand ſich

dern oder zu ſtören. Er zieht ſich nicht ſelten mit den Schichten des Granites in ſehr beträchtlichen Strecken mit fort, und verliert ſich aus denſelben wieder, ohne daſs man andere Veränderungen im Granite bemerkt. Häufig, wenigſtens am Tage, ſind dieſe Granitſchichten auch noch durch vertikale Trennungen durchſetzt; es zeigen ſich die Schichten deſſelben daher oft groſstafelartig, ſäulig, rhombiſch u. ſ. w. zerſchnitten. Ich kenne für dieſe eigene metalliſche Lagerſtätte keine Benennung. J.

nach dem Erkalten derſelben, daſs mehrere der gebrannten Graniſtücke den Magnet reitzten, und daſs einige vollkommen von ihm angezogen wurden. Wenn ich dieſe gebrannten Granitſtücke fein pulvere, ſo läſst ſich das zum Theil entoxydirte Eiſenoxyd des Feldſpathes daraus abſcheiden, indem es ſich als ein zarter Bart an den Magnet anlegt. Noch ſchneller und zum Theil vollkommener kann dieſer Entoxydationsprozeſs des Eiſenoxydes im Granite, vor dem Gebläſe geſchehen. Der rothe Feldſpath verändert bei dieſer Behandlung ſeine Farbe in die graue.

Werden auf dieſelbe Art Granite, welche aus graulich- und bläulich-weiſsem Feldſpathe und Quarz, und aus gelblich- und ſilberweiſsem Glimmer gemengt ſind, zwiſchen Kohlenpulver behandelt, ſo erhält man keinesweges dieſelben Reſultate. Sie bleiben gleichgültig gegen den Magnet, in jeder Lage. Ich darf hieraus alſo wohl ſchlieſsen, daſs die geringe Eiſenoxydſpur, welche in den Gemengtheilen dieſer Granite noch enthalten ſeyn kann, bei weitem zu geringe iſt, um jene Erſcheinungen hervor zu bringen.

Der harzer polariſche Granit eben ſo behandelt, verliert ſeine Polarität, wird aber hierdurch anziehbarer. Es läſst ſich hieraus ſchlieſsen, daſs durch dieſe Behandlung der gemeine magnetiſche Eiſenſtein deſſelben dem vollkommenen Eiſen noch näher gebracht worden iſt, und dabei ſeinen Magnetismus verloren hat. Die Polarität dieſes Gra-

nits wird durch die Röſtung für ſich, im offenen Feuer, gänzlich zerſtört, und deſſen eingemengter gemeiner magnetiſcher Eiſenſtein verliert auch die Eigenſchaft, dem Magnete zu folgen, welche er aber bald wieder erhält, wenn im Röſtſcherben einige Mahl Fett darüber abgebrannt iſt. Salzſäure zieht aus dem geröſteten polariſchen Granite eine beträchtliche Menge Eiſen aus, die jedoch, wie leicht begreiflich, in keiner gegebenen Menge deſſelben gleich iſt.

Das, was ich bis hierher vorgetragen habe, hat Hrn. Kammerſekretär Hausmann zu der Erklärung der magnetiſchen Erſcheinungen an ganzen Granitfelſen nicht genugthuend geſchienen; er hat es durch eine andere Erklärung, *) welche aus den Notizen des *neuen bergmänniſchen Journals* **) erzeugt iſt, zu entkräften geſucht. Ich will hier zuerſt Herrn Hausmann's Erklärung, ſo weit ſie hierher gehört, wo möglich mit deſſen eigenen Worten mittheilen, und ſie und ihre Gründe alsdann einer Beleuchtung unterwerfen.

Herr Hausmann meint, mehrere ſeiner Beobachtungen an den Granitfelſen ſchienen gegen meine Erklärung zu ſtreiten. Er ſagt: „Meinen Beobachtungen zu Folge ſteht die Polarität ganzer Granitfelſen mit derjenigen, welche ſich an einzelnen Granitſtücken findet, in keiner Beziehung;“

*) In Crell's *chem. Ann.*, 1803, II, S. 207. *J.*

**) Jahr 1795, B. I, S. 257, 542 — 563. *J.*

nach dem Erkalten derſelben, daſs mehrere der gebrannten Granitſtücke den Magnet reitzten, und daſs einige vollkommen von ihm angezogen wurden. Wenn ich dieſe gebrannten Granitſtücke fein pulvere, ſo läſst ſich das zum Theil entoxydirte Eiſenoxyd des Feldſpathes daraus abſcheiden, indem es ſich als ein zarter Bart an den Magnet anlegt. Noch ſchneller und zum Theil vollkommener kann dieſer Entoxydationsprozeſs des Eiſenoxydes im Granite, vor dem Gebläſe geſchehen. Der rothe Feldſpath verändert bei dieſer Behandlung ſeine Farbe in die graue.

Werden auf dieſelbe Art Granite, welche aus graulich- und bläulich-weiſsem Feldſpathe und Quarz, und aus gelblich- und ſilberweiſsem Glimmer gemengt ſind, zwiſchen Kohlenpulver behandelt, ſo erhält man keinesweges dieſelben Reſultate. Sie bleiben gleichgültig gegen den Magnet, in jeder Lage. Ich darf hieraus alſo wohl ſchlieſsen, daſs die geringe Eiſenoxydſpur, welche in den Gemengtheilen dieſer Granite noch enthalten ſeyn kann, bei weitem zu geringe iſt, um jene Erſcheinungen hervor zu bringen.

Der harzer polariſche Granit eben ſo behandelt, verliert ſeine Polarität, wird aber hierdurch anziehbarer. Es läſst ſich hieraus ſchlieſsen, daſs durch dieſe Behandlung der gemeine magnetiſche Eiſenſtein deſſelben dem vollkommenen Eiſen noch näher gebracht worden iſt, und dabei ſeinen Magnetismus verloren hat. Die Polarität dieſes Gra-

ſer *retractoriſche* Eiſenſtein im Granite anzutreffen iſt, indeſs der *attractoriſche* ganz fehlt, da wird zwar der Magnet angezogen, aber die polariſchen Erſcheinungen äuſsern ſich daſelbſt niemahls.

Der ſo genannte magnetiſche Granit des Harzes gehört zu demjenigen, welchen ich *jüngern Granit*, oder Granit der zweiten Bildung genannt habe. *) Er iſt aus *Quarz*, röthlich-weiſsem *Feldſpathe*, und ſehr wenigem *Glimmer* **) zuſammen geſetzt, und durch *ſchwarzen Schörl*; ſo wie hier und da in beträchtlicher Menge durch den bezeichneten *gemeinen magnetiſchen Eiſenſtein*, übermengt. ***) Er iſt von kleinem Korne. Der bezeichnete Eiſenſtein liegt *klein* und *fein* darin eingeſprengt; ſelten wird er ſchon *derb*, von der Gröſse einer Erbſe angetroffen. Es läſst ſich daher auch ſchon bei ſorgfältiger Betrachtung eines Stücks dieſes Granits voraus ſagen, welche Stellen deſſelben auf den Ma-

*) *Meine min. und chem. Beobachtungen und Erfahrungen*, Göttingen 1800, S. 177 bis 250. J.

**) Wo der gemeine magnetiſche Eiſenſtein in dieſem Granite in einiger Menge eingemengt zu ſeyn pflegt, fehlt oft der Glimmer auf beträchtliche Strecken ganz. J.

***) Nachmahls habe ich auch noch in dieſem Granite an einzelnen Punkten *Almandin*, und ein Foſſil eingeſprengt gefunden, welches mit dem *Arendalith* groſse Aehnlichkeit zu haben ſchien, ſich aber wegen ſeiner Kleinheit nicht vollkommen beſtimmen lieſs. J.

et am ſtärkſten wirken werden; Stellen, denen in gemeiner magnetiſcher Eiſenſtein beigemengt , wirken auf die Magnetnadel keinesweges, wie i durch viele Verſuche belehrt worden bin. Der agneteiſenſtein läſst ſich auch aus dem zerkleinten ranite durch den Magnet heraus ziehen, und enn auf dieſe Art alle Theile Eiſenſtein abgeſon- rt worden, iſt die Wirkung des zurück gelaſſe- n Granitpulvers auf den Magnet Null, wenn ſie ich vorher noch ſo lebhaft geweſen wäre.

Es iſt dieſer mit dem gemeinen magnetiſchen Ei- nſteine übermengte jüngere Granit faſt rund um n hohen Brocken niedergelegt, und eben deſswe- n im Harze eine ganz gemeine Erſcheinung. *) r verſtattet ſogar hier und da keine ganz unbedeu- nde Baue auf Eiſenſtein in Gängen.

Es iſt mir gelungen, Granitſtücke, welche kei- n gemeinen magnetiſchen Eiſenſtein beigemengt

*) Das Vorkommen des erbſengroſsen derben und eingeſprengten gemeinen *magnetiſchen Eiſenſteins* im harzer Granite, verhält ſich, wie mir jetzt bekannt iſt, gerade wie der eingeſprengte und derbe *Zinnſtein* im cornwaller Granite. Nämlich er iſt ohne beſondere Abſonderungen; im Geſteine hier und da, und zwar bald in gröſserer, bald in geringerer Menge in den Schichten des Granits, doch nicht in allen, und auch nicht in jeder gleich häufig, mit denſelben gleichzeitig abgeſetzt, vertheilt, ohne die Natur des Geſteins nach ſeinen ſonſtigen Verhältniſſen im geringſten zu verän-

enthielten, deren Feldſpath aber durch Eiſenoxyd eine ſtarke Färbung erlitten hatte, durch folgende Behandlung dem Magnete folgſam zu machen.

Hatten die Granitſtücke durch die Verwitterung bereits ſtark gelitten, ſo daſs ſie ſich zwiſchen den Fingern zerbröckeln lieſsen, ſo nahm ich davon zollgroſse Stücke; den friſchen Granit aber zerſchlug ich, durch Granitſtücke derſelben Art, in erbſen- und hagelkörner-groſse Theile. Dieſe Theile packte ich in feines Kohlenpulver in kleinen Tiegeln ein, welche ich mit Kohlenpulver, das mit arabiſchem Schleime angemengt war, beſchlagen hatte, verklebte hierauf die Tiegel, und ſtellte ſie unter die Muffel eines Probirofens, welche auf dem Boden mit zerſtoſsenem ſtrahligen Graubraunſtein bedeckt war. Ich richtete darauf das Mundloch der Muffel dicht mit Kohlen zu, und gab ein Paar Stunden hindurch das ſtärkſte Feuer. Als die Tiegel aus dem Feuer genommen waren, fand ſich

dern oder zu ſtören. Er zieht ſich nicht ſelten mit den Schichten des Granites in ſehr beträchtlichen Strecken mit fort, und verliert ſich aus denſelben wieder, ohne daſs man andere Veränderungen im Granite bemerkt. Häufig, wenigſtens am Tage, ſind dieſe Granitſchichten auch noch durch vertikale Trennungen durchſetzt; es zeigen ſich die Schichten deſſelben daher oft groſstafelartig, ſäulig, rhombiſch u. ſ. w. zerſchnitten. Ich kenne für dieſe eigene metalliſche Lagerſtätte keine Benennung. J.

nach dem Erkalten derſelben, daſs mehrere der gebrannten Granitſtücke den Magnet reitzten, und daſs einige vollkommen von ihm angezogen wurden. Wenn ich dieſe gebrannten Granitſtücke fein pulvere, ſo läſst ſich das zum Theil entoxydirte Eiſenoxyd des Feldſpathes daraus abſcheiden, indem es ſich als ein zarter Bart an den Magnet anlegt. Noch ſchneller und zum Theil vollkommener kann dieſer Entoxydationsprozeſs des Eiſenoxydes im Granite, vor dem Gebläſe geſchehen. Der rothe Feldſpath verändert bei dieſer Behandlung ſeine Farbe in die graue.

Werden auf dieſelbe Art Granite, welche aus graulich- und bläulich-weiſsem Feldſpathe und Quarz, und aus gelblich- und ſilberweiſsem Glimmer gemengt ſind, zwiſchen Kohlenpulver behandelt, ſo erhält man keinesweges dieſelben Reſultate. Sie bleiben gleichgültig gegen den Magnet, in jeder Lage. Ich darf hieraus alſo wohl ſchlieſsen, daſs die geringe Eiſenoxydſpur, welche in den Gemengtheilen dieſer Granite noch enthalten ſeyn kann, bei weitem zu geringe iſt, um jene Erſcheinungen hervor zu bringen.

Der harzer polariſche Granit eben ſo behandelt, verliert ſeine Polarität, wird aber hierdurch anziehbarer. Es läſst ſich hieraus ſchlieſsen, daſs durch dieſe Behandlung der gemeine magnetiſche Eiſenſtein deſſelben dem vollkommenen Eiſen noch näher gebracht worden iſt, und dabei ſeinen Magnetismus verloren hat. Die Polarität dieſes Gra-

wenn der eingesprengte Magneteisenstein die Ursache der magnetischen Erscheinungen wäre. Es findet dieses aber nur dann Statt, wenn gerade zufälliger Weise auch an jenen Stellen magnetischer Eisenstein eingesprengt ist.“ Es kann dieses auch nicht anders Statt finden, ist übrigens aber auch dann immer der Fall, wenn der so genannte polarische Granit den *attractorischen* gemeinen magnetischen Eisenstein beigemengt hat; allein fehlt dieser im Gemenge des Gesteins, so können solche abgeschlagene Stücke begreiflich auf die Magnetnadel keine polarische Wirkung äusern. Auch zeigt dieser Granit, selbst *anstehend*, da, wo der gemeine magnetische Eisenstein auf eine bedeutende Strecke in demselben fehlt, *niemahls* auf die Magnetnadel die geringste Wirkung. Wenn übrigens aber solche Granitpunkte dieser Felsen, die oberflächlich an einer kleinen Stelle keinen gemeinen magnetischen Eisenstein bemerken lassen, aber um sich herum denselben eingemengt haben, dennoch einige magnetische Wirkung auf die Nadel zulassen, so kann man hiervon mit Mathesius *) sagen: „Des Magneten Krafft tauret nit allein im wasser, sondern sein Krafft dringet auch durch ein messig pecken, silbern blech vnd dickes glas vnd tisch, daher die Künstler werklich abenthewer mit den Magnetenspiegeln zu richten.“

*) Dessen *Sarepta*, Nürnb. 1571, fol., S. 143, XIte Predigt.

nach dem Erkalten derſelben, daſs mehrere der gebrannten Granitſtücke den Magnet reitzten, und daſs einige vollkommen von ihm angezogen wurden. Wenn ich dieſe gebrannten Granitſtücke fein pulvere, ſo läſst ſich das zum Theil entoxydirte Eiſenoxyd des Feldſpathes daraus abſcheiden, indem es ſich als ein zarter Bart an den Magnet anlegt. Noch ſchneller und zum Theil vollkommener kann dieſer Entoxydationsprozeſs des Eiſenoxydes im Granite, vor dem Gebläſe geſchehen. Der rothe Feldſpath verändert bei dieſer Behandlung ſeine Farbe in die graue.

Werden auf dieſelbe Art Granite, welche aus graulich- und bläulich-weiſsem Feldſpathe und Quarz, und aus gelblich- und ſilberweiſsem Glimmer gemengt ſind, zwiſchen Kohlenpulver behandelt, ſo erhält man keinesweges dieſelben Reſultate. Sie bleiben gleichgültig gegen den Magnet, in jeder Lage. Ich darf hieraus alſo wohl ſchlieſsen, daſs die geringe Eiſenoxydſpur, welche in den Gemengtheilen dieſer Granite noch enthalten ſeyn kann, bei weitem zu geringe iſt, um jene Erſcheinungen hervor zu bringen.

Der harzer polariſche Granit eben ſo behandelt, verliert ſeine Polarität, wird aber hierdurch anziehbarer. Es läſst ſich hieraus ſchlieſsen, daſs durch dieſe Behandlung der gemeine magnetiſche Eiſenſtein deſſelben dem vollkommenen Eiſen noch näher gebracht worden iſt, und dabei ſeinen Magnetismus verloren hat. Die Polarität dieſes Gra-

liegen. „Gemeiniglich", heifst es weiter, „ist die Polarität aber an einem Punkte am stärksten, und nimmt nach allen Seiten zu allmählig ab." Und endlich, „die südliche Polarität sey *beinahe* immer, (d. h., oft,) schärfer bestimmt, und kräftiger als die nördliche." Alles dieses scheint mit der vorhin bezeichneten Ablagerung dieses Granites im Zusammenhange zu stehen.

Endlich meint viertens Herr Hausmann, „die Erfahrung spreche dafür, dafs die Stärke der Polarität der Felsen mit der Festigkeit des Gesteins im Verhältnisse stehe, indem sie sich um so wirksamer zeige, je weniger der Granit verwittert sey, und je weniger daher das im Feldspathe und im Glimmer enthaltene Eisen oxydirt ist." Diese Erfahrung ist richtig; man hat bereits vor mehrern Jahrhunderten beobachtet, und diese Beobachtung allenthalben wahr gefunden, dafs polarisches Eisen, oder polarischer gemeiner magnetischer Eisenstein, ihre Polarität verlieren, sobald sie sich vollkommen oxydirt haben. Indem nun aber die Verwitterung nichts anderes als ein Zersetzungsprozefs ist, wobei, in diesem Falle, bei dem Granite der gemeine magnetische Eisenstein zuerst oxydirt werden mufs, da er im Gemenge den verwandtesten Theil zum Sauerstoffe ausmachte, von welchem allein nur bewiesen ist, dafs er geschickt sey, polarisch zu werden; so folgt geradezu, dafs nach dessen vollkommner Oxydirung die magnetische Materie daraus abgeschieden, und dessen fernere Wirkung als Magnet aufgehoben

nach dem Erkalten derſelben, daſs mehrere der gebrannten Granitſtücke den Magnet reitzten, und daſs einige vollkommen von ihm angezogen wurden. Wenn ich dieſe gebrannten Granitſtücke fein pulvere, ſo läſst ſich das zum Theil entoxydirte Eiſenoxyd des Feldſpathes daraus abſcheiden, indem es ſich als ein zarter Bart an den Magnet anlegt. Noch ſchneller und zum Theil vollkommener kann dieſer Entoxydationsprozeſs des Eiſenoxydes im Granite, vor dem Gebläſe geſchehen. Der rothe Feldſpath verändert bei dieſer Behandlung ſeine Farbe in die graue.

Werden auf dieſelbe Art Granite, welche aus graulich- und bläulich-weiſsem Feldſpathe und Quarz, und aus gelblich- und ſilberweiſsem Glimmer gemengt ſind, zwiſchen Kohlenpulver behandelt, ſo erhält man keinesweges dieſelben Reſultate. Sie bleiben gleichgültig gegen den Magnet, in jeder Lage. Ich darf hieraus alſo wohl ſchlieſsen, daſs die geringe Eiſenoxydſpur, welche in den Gemengtheilen dieſer Granite noch enthalten ſeyn kann, bei weitem zu geringe iſt, um jene Erſcheinungen hervor zu bringen.

Der harzer polariſche Granit eben ſo behandelt, verliert ſeine Polarität, wird aber hierdurch anziehbarer. Es läſst ſich hieraus ſchlieſsen, daſs durch dieſe Behandlung der gemeine magnetiſche Eiſenſtein deſſelben dem vollkommenen Eiſen noch näher gebracht worden iſt, und dabei ſeinen Magnetismus verloren hat. Die Polarität dieſes Gra-

III.

Einige nicht allgemein bekannte Eigenſchaften des blau angelaufenen Stahls,

von

NICHOLSON. *)

Wenn man ſtählerne Springfedern macht, ſo wird das Metall erſt gezogen oder gehämmert, dann in die gehörige Geſtalt gebracht, und darauf gehärtet, indem man es bis zum ſchwachen Rothglühen erhitzt und glühend in Waſſer taucht. Dadurch wird es vollkommen ſpröde, und muſs nun wieder angelaſſen werden, entweder durch Flamme *(by blazing)* oder durch das Blauen *(by blueing.)* Das erſte Verfahren beſteht darin, daſs man die Stahlwaaren mit Oehl oder Fett beſtreicht, und ſie ſo ſtark erhitzt, daſs dicke Dämpfe aufſteigen und ſich entflammen. Ich ſchätze, daſs die Hitze, welche hierbei entſteht, der des kochenden Queckſilbers nahe kömmt, welche man gemeiniglich 600° F. ſetzt, obſchon dieſes genauere Unterſuchung bedarf. Beim zweiten Verfahren wird die Oberfläche des Stahls glänzend gemacht, und dann die Waare der regulirten Hitze einer Metallplatte, oder einem Kohlenfeuer, oder der Flamme einer Lampe ſo lange

*) Deſſen *Journal*, Vol. 12, p. 63. *Gilb.*

nach dem Erkalten derſelben, daſs mehrere der gebrannten Granitſtücke den Magnet reitzten, und daſs einige vollkommen von ihm angezogen wurden. Wenn ich dieſe gebrannten Granitſtücke fein pulvere, ſo läſst ſich das zum Theil entoxydirte Eiſenoxyd des Feldſpathes daraus abſcheiden, indem es ſich als ein zarter Bart an den Magnet anlegt. Noch ſchneller und zum Theil vollkommener kann dieſer Entoxydationsprozeſs des Eiſenoxydes im Granite, vor dem Gebläſe geſchehen. Der rothe Feldſpath verändert bei dieſer Behandlung ſeine Farbe in die graue.

Werden auf dieſelbe Art Granite, welche aus graulich- und bläulich-weiſsem Feldſpathe und Quarz, und aus gelblich- und ſilberweiſsem Glimmer gemengt ſind, zwiſchen Kohlenpulver behandelt, ſo erhält man keinesweges dieſelben Reſultate. Sie bleiben gleichgültig gegen den Magnet, in jeder Lage. Ich darf hieraus alſo wohl ſchlieſsen, daſs die geringe Eiſenoxydſpur, welche in den Gemengtheilen dieſer Granite noch enthalten ſeyn kann, bei weitem zu geringe iſt, um jene Erſcheinungen hervor zu bringen.

Der harzer polariſche Granit eben ſo behandelt, verliert ſeine Polarität, wird aber hierdurch anziehbarer. Es läſst ſich hieraus ſchlieſsen, daſs durch dieſe Behandlung der gemeine magnetiſche Eiſenſtein deſſelben dem vollkommenen Eiſen noch näher gebracht worden iſt, und dabei ſeinen Magnetismus verloren hat. Die Polarität dieſes Gra-

Sie verdienen es sehr, durch directe Versuche geprüft zu werden, welches ich nächstens zu thun zur Absicht habe.

In Beziehung auf diese Notiz findet sich B. 14, S. 267 desselben Journals, ein Brief aus *Sheffield*, Jun. 18, 1806, von jemand, der an einer Fabrik plattirter Stahlwaaren interessirt ist, und worin der folgende Versuch erzählt wird:

Ich nahm eine 30″ lange, 12″ breite und ungefähr $\frac{1}{25}$″ dicke Stahlplatte, härtete sie in einer Mischung von Oehl und Talg, und liefs sie alsdann bis zur Federhärte an. Sie war nun so elastisch, dafs sie gut federte. Beim Hämmern, um sie eben zu richten, verlor sie einen Theil ihrer Elasticität; und diese nahm noch mehr ab, als sie auf dieselbe Art wie die Sägeblätter geschliffen wurde; die Platte trat dadurch fast in denselben Zustand zurück, den sie vor dem Härten hatte. Ich erhitzte sie sehr gleichmäfsig, bis sie blau wurde, und nun hatte sie ihre ganze Elasticität wieder erlangt. Nachdem sie glänzend gemacht worden auf einem mit Schmirgel bekleideten Werkzeuge *(glazier)*, fand sich die Federkraft verringert, doch um weniger als nach dem Schleifen; dasselbe war der Fall, wenn man sie mit Schmirgel oder mit Sand und Papier rieb, auch wenn man sie polirte. Jedes Mahl erhielt sie aber durchs Bläuen ihre ganze Elasticität wieder; und daher ist dieses stets die letzte Operation bei der Verfertigung elastischer Stahlplatten.

---

nach dem Erkalten derſelben, daſs mehrere der gebrannten Granitſtücke den Magnet reitzten, und daſs einige vollkommen von ihm angezogen wurden. Wenn ich dieſe gebrannten Granitſtücke fein pulvere, ſo läſst ſich das zum Theil entoxydirte Eiſenoxyd des Feldſpathes daraus abſcheiden, indem es ſich als ein zarter Bart an den Magnet anlegt. Noch ſchneller und zum Theil vollkommener kann dieſer Entoxydationsprozeſs des Eiſenoxydes im Granite, vor dem Gebläſe geſchehen. Der rothe Feldſpath verändert bei dieſer Behandlung ſeine Farbe in die graue.

Werden auf dieſelbe Art Granite, welche aus graulich- und bläulich-weiſsem Feldſpathe und Quarz, und aus gelblich- und ſilberweiſsem Glimmer gemengt ſind, zwiſchen Kohlenpulver behandelt, ſo erhält man keinesweges dieſelben Reſultate. Sie bleiben gleichgültig gegen den Magnet, in jeder Lage. Ich darf hieraus alſo wohl ſchlieſsen, daſs die geringe Eiſenoxydſpur, welche in den Gemengtheilen dieſer Granite noch enthalten ſeyn kann, bei weitem zu geringe iſt, um jene Erſcheinungen hervor zu bringen.

Der harzer polariſche Granit eben ſo behandelt, verliert ſeine Polarität, wird aber hierdurch anziehbarer. Es läſst ſich hieraus ſchlieſsen, daſs durch dieſe Behandlung der gemeine magnetiſche Eiſenſtein deſſelben dem vollkommenen Eiſen noch näher gebracht worden iſt, und dabei ſeinen Magnetismus verloren hat. Die Polarität dieſes Gra-

beſchreiben dürfte. *) Sie giebt die täglichen Veränderungen der Abweichung unmittelbar, mit einer bis dahin unerreichten Schärfe. Für die Beſtimmung der abſoluten Declination iſt ſie indeſs nicht ſo bequem und vielleicht auch nicht ſo genau, weil ſie verlangt, dafs man die Nadel wegnehme, und ſtatt ihrer einen Draht oder ein Lineal, die an einem Fernrohre befeſtigt ſind, nehme, und vermittelſt ihrer die optiſche Achſe des Fernrohrs in den magnetiſchen Meridian bringe.

Vor ungefähr einem Jahre hatte ich auf dem Lande einige Einrichtungen gemacht, um verſchiedene aſtronomiſche Inſtrumente aufzuſtellen. Ich hatte die Abſicht, vermittelſt ihrer die Lage der Mittagslinie auf das genaueſte zu beſtimmen, und dann eine Reihe von Beobachtungen über die abſolute Abweichung der Magnetnadel anzuſtellen. Es ſtand mir ein Raum von mehr als 200 Toiſen zu Gebot, um eine Mittagslinie mit Fäden einzurichten, und es war meine Abſicht, die Beobachtungen mit aller der Genauigkeit anzuſtellen, welche ein ſo langer Radius zuliefs. Ich liefs zu dem Ende das Inſtrument verfertigen, deſſen Beſchreibung ich hier

*) Man findet die Beſchreibung in den *Mémoires de l'Acad. des Sciences*, A. 1785, und in dem Werke, welches Caſſini 1789 heraus gegeben hat, worin er ſeine Beobachtungen mit Coulomb's Inſtrument erzählt, und zugleich eine Geſchichte und die Reſultate der Beobachtungen mittheilt, welche im 18ten Jahrhundert angeſtellt ſind. *Prony.*

mittheilen will. Unvorhergeſehene Umſtände haben mir nur eine ſehr kleine Zahl von Verſuchen damit verſtattet; ſie reichten indeſs hin, mich zu überzeugen, daſs das Inſtrument dem Zweck entſpricht, den ich mir vorgeſetzt hatte, und ich glaube etwas nützliches zu thun, wenn ich es den Phyſikern bekannt mache, in der Hoffnung, daſs einige von ihnen Zeit und Gelegenheit haben werden, damit eine vollſtändige Reihe von Beobachtungen auszuführen.

Fig 1, Taf. III, zeigt das Profil des Inſtruments, wie es zur Beobachtung eingerichtet iſt. *ABCDEF* iſt das Gehäuſe, aus welchem ſich eine oder zwei Seitenwände heraus nehmen laſſen, um das Inſtrument hinein zu bringen. *GH* iſt der Magnetſtab, der in dem Gehäuſe an dem ſeidenen Faden *ST* hängt, und an welchem das Fernrohr $LVL'V'$ befeſtigt iſt.

Dieſes Fernrohr beſteht aus zwei Stücken, der Röhre *LV*, welche das Ocular, und der Röhre $L'V'$, welche das Objectivglas enthält. Die Figur zeigt deutlich, wie jede dieſer beiden Röhren an dem Magnetſtabe befeſtigt iſt, vermittelſt der Stücke $\chi\lambda$, welche bei χ Ringe für das Fernrohr, und bei λ viereckige Gehäuſe für den Magnetſtab bilden. Lüftet man die Druckſcheiben $\gamma\gamma\gamma\gamma$, ſo laſſen ſich die beiden Röhren längs des Magnetſtabes verſchieben; eine Beweglichkeit, die indeſs keinen andern Zweck hat, als daſs der Stahlſtab, wenn man ihn magnetiſiren will, ſich heraus nehmen laſſe, und

dafs das Adjuſtiren dadurch erleichtert werde. Sind die beiden Röhren des Fernrohrs einmahl an ihrer Stelle, ſo muſs man die Schrauben γ ſo feſt anziehen, dafs während der ganzen Reihe der Beobachtungen der Magnetſtab und das Fernrohr eins in Beziehung auf das andere unbeweglich ſind.

Beide, der Magnetſtab und das Fernrohr, laſſen ſich mit einander um eine Achſe drehen, welche mit der optiſchen Achſe des Fernrohrs parallel iſt. Der Mechanismus hierzu iſt folgender: Fig. 2 zeigt das Stück SP, von vorne geſehen. Es befinden ſich darin drei Kreislöcher $\omega\omega$, QQ, $\omega'\omega'$, und im mittelſten eine meſſingene Hülſe gh, welche in eine runde Scheibe eingelöthet iſt, die an beiden durch Seiten ringförmige Platten zz in ihrer Lage ſo erhalten wird, dafs ſie ſich in dem Loche QQ umdrehen läſst, ohne zu weichen oder zu wanken. Die Oeffnung des Gehäuſes iſt ſehr genau calibrirt, ſo dafs der Magnetſtab ſich mit ſanfter Reibung darin verſchieben läſst, und ohne zu wanken darin erhalten wird. Iſt er in dieſem Gehäuſe in die gehörige Lage gebracht, ſo läſst er ſich vermittelſt deſſelben in dem Loche QQ umdrehen. Zugleich mit dem Magnetſtabe drehn ſich die beiden an ihm befeſtigten Röhren des Fernrohrs, und laſſen ſich vor das eine Loch $\omega\omega$ oder vor das andre $\omega'\omega'$ bringen.

Man wird hieraus abnehmen, *erſtens*, warum das Fernrohr aus zwei von einander getrennten Röhren beſteht; nämlich, damit die Platte SP kein

Hinderniſs beim Umdrehen des Fernrohrs um den Magnetſtab werde; *zweitens*, warum in dieſe Platte die Kreislöcher $\omega\,\omega$, $\omega'\,\omega'$ ausgeſchliffen ſind; nämlich, um oberhalb und unterhalb des Magnetſtabes eine freie Durchſicht zu verſtatten; wenn gleich die Platte SP oben an dem Faden ST, der das Inſtrument trägt, und unten an dem hölzernen Stabe ab befeſtigt iſt, von dem ich ſogleich reden werde.

Nachdem der bloſse Stahlſtab magnetiſirt worden, ſchiebt man ihn in die Hülſe gh. Hat er in ihr die rechte Lage, ſo ſchiebt man die Hülſen λ auf die beiden Arme deſſelben, und zwar, je nachdem es die Localität mit ſich bringt, die mit der Objectivröhre unter dem nördlichen oder unter dem ſüdlichen Pole, welches gleichgültig iſt.

Das hölzerne Stäbchen ab, das vermöge der Schraube β unten an der Platte SP befeſtigt iſt, trägt zwei Schwimmer aus Kork, f, f, vermittelſt zweier Schrauben, deren Köpfe kleine viereckige Hülſen bilden, welche ſich längs des Stäbchens verſchieben laſſen. Beide Schwimmer ſind in das Waſſer der darunter ſtehenden Gefäſse K, K eingetaucht. Sie haben einen dreifachen Nutzen: Ein Mahl, die Schwingungen des Magnetſtabes, wenn er ſich auſserhalb des magnetiſchen Meridians befindet, abzukürzen; zweitens, das *Moment* des Widerſtandes der Flüſſigkeit in Beziehung auf die Achſe der Aufhängung nach Willkühr durch Verſchiebung der Hülſen zu verändern; und drittens, die Geſichtslinie des Fernrohrs etwas zu erhöhen oder zu erniedrigen, um ſie in eine

gegebene Horizontallinie zu bringen. Dieſes letztere wird am beſten dadurch bewerkſtelligt, daſs man die Korke weiter auf- oder abſchraubt, ſo daſs ſie mehr oder weniger in das Waſſer eintauchen, wodurch die Höhe des Endes des Fernrohrs, an welchem ſie ſich befinden, verändert wird. Daſſelbe lieſse ſich zwar auch dadurch erreichen, daſs man das Waſſer in den Gefäſsen *K* vermehrte oder verminderte, oder daſs man den Abſtand der Hülſen vom Punkte *P* veränderte, oder daſs man zu dieſem Zwecke ein verſchiebbares Gewicht anbrächte; es iſt aber vortheilhafter. blofs die Korke zu drehen, da ſich dann der Hebelarm des Widerſtandes der Flüſſigkeit, und die Höhe des Waſſers in beiden Gefäſsen, als conſtant betrachten laſſen.

Das Gehäuſe *ABCDEF* iſt mit zwei Fenſtern *xy* verſehn, welche ſich vor den beiden Enden des Fernrohrs befinden, damit man durch das Fernrohr ſehen könne, wenn das Ganze aufgeſtellt iſt. Wenigſtens eins dieſer Fenſter, das vor dem Ocular, muſs mit einem dünnen und recht durchſichtigen Glaſe verſehn ſeyn, damit man das Auge daran legen könne, ohne dem Magnetſtabe die mindeſte Erſchütterung zu geben. Fig. 4 iſt der Aufriſs des Fachs, worin dieſes Glas eingeſetzt iſt.

Ich habe das Inſtrument in dieſem Zuſtande unterſucht. Das Fernrohr behielt mehrentheils ſeine Lage unverrückt. Nur bei ſtarkem Winde kam die Luft im Gehäuſe, und manchmahl das Gehäuſe ſelbſt, in eine kleine Bewegung, welche das Fern-

rohr verhinderten, einen feſten Stand anzunehmen. Dieſem habe ich gänzlich durch ein zweites Gehäuſe abgeholfen, welches das erſte umſchloſs, ohne es irgendwo zu berühren, und zwei mit Glas verſehene Fenſter hatte, die ſich gerade vor den Fenſtern x y befanden, welche beide ohne Glas blieben. Das vordere Glas war ſo geſtellt, daſs ſich das Auge dem Ocularglaſe bis auf die zum Sehen nöthige Entfernung nähern lieſs.

Dieſe neue Vorrichtung erfüllte ihre Abſicht ſo gut, und erhielt die Luft im innern Gehäuſe in einer ſo vollſtändigen Ruhe, daſs ich die Schwimmer und die Gefäſse mit Waſſer wegnehmen konnte, wodurch das Ganze viel einfacher und genauer wird; daher dieſes in jeder Hinſicht den Vorzug zu verdienen ſcheint. Die Glasſcheibe vor dem Objectivglaſe verminderte zwar ein wenig die Helligkeit, hinderte aber auf keine merkliche Weiſe die Schätzung der Collimation auf den Eintheilungen, die in einem Abſtande von 200 Toiſen aufgetragen waren. Das Objectiv hatte ungefähr 20 Zoll Brennweite und 7 bis 8 Linien Oeffnung. Gegen die Irrthümer, welche aus der Brechung des Glaſes entſtehen konnten, hatte ich mich durch die gleich zu erwähnenden Mittel geſichert.

Will man das Gehäuſe forttragen, ohne der Aufhängung zu ſchaden, ſo muſs das Fernrohr unbeweglich gemacht werden; und dazu dienen die Stücke t, t. Man ſieht eins derſelben in Fig. 4 von vorne. Es hat unten einen viereckigen Einſchnitt

und zwei Preſsſchrauben, die an den Seiten angebracht ſind. Man bringt die Enden des Magnetſtabes in dieſe Einſchnitte, und zieht die Preſsſchrauben an. Sie halten dann den Stab und das Fernrohr unverrückt, ſo daſs ſie im Gehäuſe nicht mehr hin und her ſchwanken können, und nun läſst ſich das Ganze ohne Schaden forttragen.

Ich komme nun zu der Art, wie man mit dieſem Inſtrumente beobachtet.

An einem von Gebäuden ſo weit entfernten Orte, daſs das Eiſenwerk derſelben den Magnetſtab nicht aus ſeiner Lage bringen kann, ſtellt man das Inſtrument auf einen hölzernen Pfoſten oder auf ein Poſtament von Mauerwerk, die ſo hoch ſind, daſs der Beobachter ſein Auge mit Bequemlichkeit vor das Fenſter xy bringen kann. Und zwar befeſtigt man auf das Poſtament ein kreisförmiges gut gearbeitetes und gerichtetes Brett, deſſen Halbmeſſer ſo groſs iſt, als die halbe Länge EX des Gehäuſes, und in deſſen Mittelpunkte ſich ein rundes Loch befindet, in welches die Röhre X genau und gedrängt paſst. Man muſs ſeine Veranſtaltung ſo treffen, daſs dieſes Brett ſich jedes Mahl wieder in dieſelbe Lage bringen laſſe, und das Ganze muſs ſo adjuſtirt ſeyn, daſs, wenn dieſes Brett genau horizontal liegt, der Aufhängungsfaden verlängert durch die Achſe der Röhre X geht. Dann läſst ſich vermittelſt eines Bleilothes, deſſen Faden in die Achſe der Röhre X gebracht wird, auf die obere Fläche des Poſtaments genau der Punkt projiciren, der in die-

ſer Achſe und in der Verlängerung des Aufhängungsfadens liegt, und das Gehäuſe läſst ſich um dieſe Linien drehen, ohne daſs die Spitze der beobachteten Winkel die Stelle ändert.

Alsdann beſtimmt man die Lage der Mittagslinie, die durch den eben erwähnten Punkt geht, und an einer Mauer, in der gröſsten Entfernung, welche das Local zuläſst, einen zweiten Punkt, der ſich ungefähr in der nämlichen Horizontallinie befindet. Durch dieſen letzten Punkt läſst man auf der Mauer eine Horizontallinie ziehen, und trägt auf ſie gleiche Theile auf, deren Angularwerth, (durch die Lage der Mauer und ihren Abſtand beſtimmt,) zum Maaſse der jedesmahligen Abweichung der Magnetnadel dient. Iſt der Bewurf der Mauer zu ſchlecht, als daſs ſich die Eintheilungen nett darauf ziehen laſſen, ſo bewirft man einen 5 bis 6 Zoll hohen Streifen derſelben mit einer Lage von Gyps, und zwar muſs er ſich ſo weit weſtlich von dem Meridiane erſtrecken, daſs man auch bei der gröſsten Abweichung der Magnetnadel immer noch Eintheilungen im Geſichtsfelde des Fernrohrs behält. — Ueber die Art, die Mittagslinie und den Angularwerth der Eintheilungen zu finden, ſage ich hier nichts, da es allgemein bekannt iſt, wie man ſich zu benehmen hat, um beides mit aller Genauigkeit zu thun.

Iſt die Lage der Mittagslinie gefunden, ſo überbaut man das Poſtament mit einer dicht verſchloſſenen Hütte, um das Inſtrument und den Beobachter

gegen die Witterung zu schützen. In dieser Hütte werden ausser der Thür nur zwei kleine Oeffnungen, eine nach Norden, die andere nach Süden, angebracht, und beide mit Läden, die in Fugen gehn, verschlossen, damit man nicht mehr öffne, als unentbehrlich ist, um das Feld des Fernrohrs frei zu machen.

Sind diese vorläufigen Anstalten getroffen, so ist nur noch übrig, das Instrument zu reguliren. Dazu gehört zweierlei. *Erstens* muss man dem Aufhängungsfaden alle Windung benehmen. *Zweitens* muss die Achse des Fernrohrs dem magnetischen Meridian genau parallel gemacht, oder es muss wenigstens der Winkel bestimmt werden, den beide mit einander machen, um ihn in Rechnung zu bringen.

Erste Vorbereitung: Aufhebung der Windung des Fadens. Der Faden wird, wie man in Fig. 1 sieht, oben auf dem Gehäuse durch eine Pressschraube π fest gehalten, nachdem er durch einen engen Kanal gegangen ist, der sich in dem Stücke N befindet, auf welches π eingeschraubt ist. Dieses Stück N verschliesst das Loch T in der Deckplatte AB des Gehäuses, und lässt sich nach Willkühr heraus ziehen. Man giebt zuerst dem Faden ST eine solche Länge, dass er, wenn der Magnetstab sich in den Einschnitten der Stücke t befindet, so schlaff ist, dass man das Stück N ganz aus dem Loche T heraus ziehen kann. Alsdann befestigt man ihn ein für alle Mahl in S und in T, und bringt den Magnetstab in die

Einſchnitte, wo man ihn durch die Seitenſchrauben feſt ſtellt. Darauf kehrt man das Gehäuſe um und ſtellt es auf zwei Böcke, wie in Fig. 5, zieht den Stöpſel *N* heraus, hängt an das Ende des Fadens ein Gewicht *R*, welches ſo ſchwer iſt, daſs *N* und *R* zuſammen genommen, ſo viel wiegen, als der Magnetſtab und das Fernrohr, und richtet das Gehäuſe ſo, daſs der Faden frei durch das Loch *T* herab hängt, ohne an die Wände deſſelben anzuſtoſsen. In dieſer Lage werden ſich die Gewichte *R* und *N* drehend um den Faden hin und her ſchwingen, bis die Kraft der Windung des Fadens, wenigſtens in Rückſicht der Maſſe, die ſie zu bewegen hat, ganz verſchwunden iſt. In dieſer Lage ſchiebt man das Stück *N* unverrückt in das Loch *T*, in welchem die Reibung es feſt hält, wenn das Gewicht *R* abgenommen wird. Nun ſtellt man das Gehäuſe auf die Fuſsplatte auf dem Poſtamente, indem man die Röhre *X* in das Loch in der Mitte derſelben bringt, und dreht es ſo lange, bis die Länge des Gehäuſes der Lage des Fernrohrs parallel iſt.

Das Stück *N* iſt mit einem Zeiger verſehn, der ſich über einem eingetheilten Kreis dreht, welcher auf einer horizontalen Meſſingplatte eingeriſſen iſt, die auf *AB* aufgeſchraubt iſt. Fig. 3 zeigt das Ganze von oben herab geſehn. Dieſe Vorrichtung dient, den Beobachter in den Stand zu ſetzen, die Wirkung wahrzunehmen, welche eine gegebene Windung des Fadens auf die Richtung des Magnetſtabes äuſsert. Coulomb hat über dieſe Materie

eine Reihe von Beobachtungen und Rechnungen gegeben, welche, wie es scheint, nichts zu wünschen übrig läfst. Es wäre indefs der Mühe werth, sie zu wiederhohlen.

Zweite Vorbereitung: Die Achse des Fernrohrs dem magnetischen Meridian parallel zu machen. Es sey in Fig. 6 SN die Richtung des magnetischen Meridians, und LU die Lage der Achse des Fernrohrs, wenn es mit dem Magnetstabe verbunden an dem Seidenfaden so hängt, wie Fig. 6 es zeigt. Nun lasse man den Ring, welcher den Magnetstab trägt, im Loche QQ eine halbe Umdrehung machen, so dafs das Fernrohr über dem Magnetstabe zu stehen komme, wie in Fig 7. Dadurch mufs die vorige Richtung LU des Fernrohrs (Fig. 6) in die Richtung $L'U'$ (Fig. 7) verändert werden, und der Winkel UMU' ist das Doppelte des Winkels, den die optische Achse des Fernrohrs mit dem magnetischen Meridiane macht. — Hat man daher in beiden Lagen die Punkte bemerkt, welche sich in der Achse des Fernrohrs befanden, so wird der Punkt, der in der Mitte zwischen beiden liegt, der seyn, welcher sich im magnetischen Meridiane SN befindet, und man mufs das Fernrohr so adjustiren, entweder vermittelst der Stellschraube im Focus, oder vermittelst der kleinen Excentricität, welche fast alle Objectivgläser haben, dafs dieser Punkt genau unter den Faden im Fernrohre fällt.

Ich setze hier voraus, dafs diese Operation nur eine sehr kurze Zeit dauert, welches der Fall ist, wenn

man ſich der Schwimmer bedient. Doch iſt es möglich und beſſer, dieſe fortzulaſſen, und dann dauern die Schwingungen des Fernrohrs ſo lange, daſs die täglichen Variationen Einfluſs auf die Genauigkeit des Reſultates haben können. In dieſem Falle, und ſo in allen, wenn man ſich vornimmt, eine lange Reihe von Beobachtungen zu machen, muſs man die Fäden des Fernrohrs nicht berühren, und abwechſelnd, den einen Tag mit dem Fernrohre unterhalb, den andern oberhalb des Magnetſtabes beobachten, und beide Reihen von Beobachtungen ſorgfältig unterſcheiden. Zeichnet man dann für denſelben Urſprung der Coordinaten drei Curven, wovon die erſte die Beobachtungen an den ungeraden, die zweite die Beobachtungen an den geraden Tagen, und die dritte das Mittel zwiſchen beiden darſtellt; ſo wird die letzte, welche die Differenzen der Ordinaten der beiden erſtern halbirt, von den Anomalieen befreit ſeyn, welche von dem Fehler des Parallelismus herrühren. Man braucht ſich dieſer Methode nur zur Meſſung der mittlern abſoluten Declination jedes Tages zu bedienen. Die Beobachtung der täglichen relativen Variation iſt von dem Winkel unabhängig, welchen die Achſe des Fernrohrs mit dem magnetiſchen Meridiane macht.

Man muſs ſich ſehr in Acht nehmen, wenn man den Magnetſtab in ſeinem Ringe umdreht, gegen das Fernrohr irgend eine Gewalt auszuüben, oder es nur einmahl zu berühren, damit die Geſichtslinie nicht verändert werde.

Ich muſs zuletzt noch die Art angeben, wie man ſich *wegen der Refraction der Glasplatten ſichert*, wenn die beiden Fenſter des Gehäuſes damit verſehn ſind. Die Vorſicht iſt nur für das Glas, welches ſich vor dem Objective befindet, von Nutzen. Man nehme eine runde Glasſcheibe, und befeſtige an den vordern Rahmen des Gehäuſes drei kleine Hölzer mit Einſchnitten, um das Glas feſt zu halten, ohne es doch zu verhindern, ſich in ſeiner Ebene zu drehen. Man befeſtige den Magnetſtab in den Einſchnitten *t*, *t*, ſo daſs das Fernrohr völlig unbeweglich ſey, oder, was noch beſſer iſt, man lege es auf kleine Böcke, die es in der Höhe erhalten, in welcher es ſich gewöhnlich befindet. Darauf nehme man das Glas des Fenſters *xy* fort, und merke ſich die Gegenſtände, welche ſich im Fernrohre zeigen; ſetze das Glas wieder davor, ohne das Fernrohr oder das Gehäuſe zu verrücken, und ſehe wieder durch das Fernrohr. Sind die beiden Ebenen des Glaſes nicht parallel, ſo wird derſelbe Gegenſtand ſich nun nicht mehr unter dem Faden zeigen. Man dreht dann das Glas umher, bis der vorige Gegenſtand unter dem ſenkrechten Faden zu ſtehen kömmt, und in dieſer Lage läſst man es. Ob er unter dem horizontalen Faden liegt oder nicht, darauf kömmt es nicht an, da die Refraction in ſenkrechter Ebene, der Genauigkeit der Beobachtungen nicht ſchadet.

V.

V.

Einige aus Verſuchen über die Wärme abgezogene unmaſsgebliche Gedanken,

von

E. F. Wünsch,

Prof. der Mathematik und Phyſik zu Frankfurt an der Oder.

I.

Es iſt merkwürdig, daſs alle Körper, ſie mögen ſich in einem luftvollen oder in einem luftleeren Raume befinden, die ihnen in ihrer Mitte ertheilte Wärme an den obern Gränzen geſchwinder annehmen, als an den untern. Daſs dieſes auch im luftleeren Raume Statt finde, hat, wie bekannt, Herr Pictet in ſeinen *Eſſais de Phyſique*, Tome 1, Chap. 2, durch ſehr ausführlich beſchriebene Verſuche, die mit beſonderer Sorgfalt angeſtellt worden ſind, auſser Zweifel geſetzt.

Um dieſes Phänomen zu erklären, nimmt Herr Pictet mit faſt allen andern Naturforſchern einen Wärmeſtoff als eine äuſserſt feine elaſtiſche Materie an, meint aber, dieſe Materie gravitire nicht nur nicht, wie die ſonſt bekannten Materien, ſondern beſitze ſogar ein Beſtreben, aufwärts zu fallen, das heiſst, der Gravitation gerade entgegen zu wirken. Ein ſolcher Wärmeſtoff, der negativ ſchwer iſt, er-

klärt das Phänomen allerdings ungemein leicht. Wenn er ſeiner Natur nach allenthalben aufwärts zu ſteigen beſtrebt iſt, ſo muſs er ſich auch in einer vertikal aufgeſtellten Stange, die ihn, wie bei den Pictet'ſchen Verſuchen, in ihrer Mitte empfängt, geſchwinder nach der Höhe, als nach der Tiefe bewegen, und ein Thermometer am obern Ende der Stange früher, als eins am untern Ende zum Anſteigen bringen, da der Wärmeſtoff unter dieſer Vorausſetzung nach dem untern Ende zu nur durch ſeine Elaſticität, nach dem obern hingegen durch ſeine Elaſticität und ſein Beſtreben, aufwärts zu gehen, wirken würde.

Noch einige andere Naturforſcher haben die Hypotheſe von der negativen Gravitation des Wärmeſtoffs angenommen; mehrere haben ſie dagegen mit ſehr erheblichen Gründen beſtritten, und jetzt behaupten die Phyſiker faſt einſtimmig, der Wärmeſtoff ſey, wie jeder andere zu unſerm Erdballe gehörige materielle Stoff, wirklich poſitiv ſchwer, nur ſey ſein Gewicht ſogar am glühenden Eiſen auf unſern beſten Wagen nicht bemerkbar. Iſt aber der Wärmeſtoff wirklich eine Materie, die Schwere hat, ſo ſcheint es unbegreiflich zu ſeyn, wie er ſich in den Pictet'ſchen Verſuchen am obern Ende des Meſſingſtabes früher als am untern hat wirkſam zeigen können. Der ſelige Gehler bemühete ſich zwar, dieſes Phänomen aus der Elaſticität und poſitiven Gravitation des Wärmeſtoffs abzuleiten, allein auf eine Weiſe, die manchem ſehr wich-

igen Bedenken unterworfen bleibt. Nachdem er n ſeinem *phyſikaliſchen Wörterbuche*, Th. 4, S. 548 nd 549, von mehrern Naturforſchern geredet hat, lie ebenfalls dem Wärmeſtoffe eine *tendence anti-grave* beilegen, fährt er fort: „Ueberhaupt dür-„fen wir, da alle bekannte Stoffe ſchwer ſind, nach „der Analogie und den Regeln der Erklärungskunſt „keinen eher für abſolut leicht annehmen, als bis „offenbare und ganz entſcheidende Erfahrungen „hierzu nöthigen. Bis jetzt ſcheinen dergleichen „noch nicht vorhanden zu ſeyn. Herr Pictet „bringt zwar über das Aufſteigen der Wärme auch „einen merkwürdigen Verſuch bei. Er erhitzte „im luftleeren Raume die Mitte eines Meſſingſtabes „durch ein Brennglas, und fand, daſs alle Mahl das „obere Ende ſchneller und ſtärker erwärmt wurde, „als das untere, welches Ende auch nach oben ge-„kehrt ſeyn mochte. Er ſcheint daher auch geneigt, „der Wärme eine *tendence anti-grave* beizulegen. „Aber da der Raum doch nicht abſolut leer ſeyn konnte, ſo muſste alles ſo erfolgen, wenn die darin befindliche Materie noch ſpecifiſch ſchwerer, als der Wärmeſtoff war. Auch mochte vielleicht das untere Ende des Stabes dem wärmeentziehen-den Körper der Luftpumpe näher ſeyn, als das obere, und daher ſeiner Wärme ſchneller und ſtär-ker beraubt werden. Am Ende läſst ſich das Auf-wärtsſtreben ſogar aus der Elaſticität und Schwere des Wärmeſtoffs ſelbſt erklären. Daſs aber das Gewicht dieſes Stoffs äuſserſt geringe und kaum bei

Inſtrumenten viel zu vertraut, und im Experimentiren gewiſs viel zu geübt, als daſs man ihnen ein Verſehen dieſer Art zutrauen kann.

Was das *erſte* Bedenken Gehler's betrifft: daſs der Wärmeſtoff wegen ſeines überaus geringen ſpecifiſchen Gewichts, nach dem aëroſtatiſchen Geſetze, am Stabe könne in die Höhe geſtiegen ſeyn, und ihn dadurch am obern Ende mehr, als am untern erwärmt haben; ſo ſcheint es mir ſehr leicht aus eben den Gründen zu widerlegen zu ſeyn, welche man gegen die Hypotheſe von einem abſolut leichten, oder negativ ſchweren Wärmeſtoffe anzuführen pflegt. Dieſer Stoff müſste ſich in dieſem Falle ſchon längſt vom Erdboden faſt eben ſo weit entfernt haben, als wenn er in der That negativ ſchwer wäre, und wir würden ihn daher jetzt ebenfalls nur im Himmel, oder doch nur in den allerhöchſten Regionen der Atmoſphäre ſuchen müſſen. Bei den Pictet'ſchen Verſuchen war nämlich die Luft in der Glasröhre nur ungefähr 85 Mahl mehr, als auſsen herum, verdünnt: folglich müſste der Wärmeſtoff wenigſtens 86 Mahl weniger ſpecifiſches Gewicht, als die uns gewöhnlich umgebende Luft, gehabt haben, wenn er damahls nach aëroſtatiſchen Geſetzen in die Höhe geſtiegen wäre; und im Freien müſste ſich daher längſt aller Wärmeſtoff, auch wenn ſein ſpecifiſches Gewicht überhaupt mehr nicht, als nur 86 Mahl im ſpec. Gewichte unſrer, nahe am Erdboden befindlichen, Luft enthalten ſeyn ſollte, bis zu einer Höhe von ungefähr acht

Meilen empor gehoben haben, weil er nur dort eine 85 Mahl verdünnte Luft gefunden hätte, um in derſelben, vermöge ſeiner poſitiven Gravitation, ſich zu erhalten. Dort oben müſste daher ſchon von Alters her die ſchrecklichſte Hitze obwalten, weil der Wärmeſtoff in dieſen Höhen gewiſs keine Materien gefunden haben würde, die ihn hätten genug binden oder latent machen können. Gleichwohl weiſs man bereits längſt gewiſs, daſs in allen hohen Regionen der Atmoſphäre, wo kein Regen und kein Schnee, oder dergleichen, mehr erzeugt wird, weit weniger empfindbare Wärme, als in den untern Regionen herrſcht.

Man ſieht aus dieſen Gründen, daſs das Aufſteigen der Wärme ſich eben ſo wenig aus einer angenommenen Elaſticität und poſitiven Schwere, als aus der vermeinten abſoluten Leichtigkeit oder negativen Schwere des Wärmeſtoffs, auf eine befriedigende Weiſe erklären läſst. Es wird daher der Mühe werth ſeyn, zu verſuchen, ob ſich nicht auf einem dritten Wege zu einer vielleicht richtigen Erklärung dieſes Phänomens gelangen laſſe.

2.

Ob ein beſonderer Wärmeſtoff in der Natur wirklich zu finden ſey, oder nicht, und ob derſelbe, wenn er in der That exiſtirt, ein poſitives oder negatives Gewicht habe, dieſes alles wollen wir an ſeinen Ort geſtellt ſeyn laſſen. Denn zu dem gegenwärtigen Behufe bedürfen wir nichts weiter

Inſtrumenten viel zu vertraut, und im Experimentiren gewiſs viel zu geübt, als daſs man ihnen ein Verſehen dieſer Art zutrauen kann.

Was das *erſte* Bedenken Gehler's betrifft: daſs der Wärmeſtoff wegen ſeines überaus geringen ſpecifiſchen Gewichts, nach dem aëroſtatiſchen Geſetze, am Stabe könne in die Höhe geſtiegen ſeyn, und ihn dadurch am obern Ende mehr, als am untern erwärmt haben; ſo ſcheint es mir ſehr leicht aus eben den Gründen zu widerlegen zu ſeyn, welche man gegen die Hypotheſe von einem abſolut leichten, oder negativ ſchweren Wärmeſtoffe anzuführen pflegt. Dieſer Stoff müſste ſich in dieſem Falle ſchon längſt vom Erdboden faſt eben ſo weit entfernt haben, als wenn er in der That negativ ſchwer wäre, und wir würden ihn daher jetzt ebenfalls nur im Himmel, oder doch nur in den allerhöchſten Regionen der Atmoſphäre ſuchen müſſen. Bei den Pictet'ſchen Verſuchen war nämlich die Luft in der Glasröhre nur ungefähr 85 Mahl mehr, als auſsen herum, verdünnt: folglich müſste der Wärmeſtoff wenigſtens 86 Mahl weniger ſpecifiſches Gewicht, als die uns gewöhnlich umgebende Luft, gehabt haben, wenn er damahls nach aëroſtatiſchen Geſetzen in die Höhe geſtiegen wäre; und im Freien müſste ſich daher längſt aller Wärmeſtoff, auch wenn ſein ſpecifiſches Gewicht überhaupt mehr nicht, als nur 86 Mahl im ſpec. Gewichte unſrer, nahe am Erdboden befindlichen, Luft enthalten ſeyn ſollte, bis zu einer Höhe von ungefähr acht

het und in der ihnen einmahl angewiesenen Laufbahn erhält.

V. So bald eine ponderable Materie aus dem festen oder auch tropfbar-flüssigen Zustande in den gasartigen übergegangen ist, ist auch alle Wirkung der Cohäsion ihrer Theile gänzlich verschwunden, oder wenigstens für nichts mehr zu achten, und es bleibt mithin allen gasartigen Materien von der allgemeinen Attractionskraft nichts weiter übrig, als die Centripetalkraft, vermöge welcher sie zum Weltsystem gehören, und die Gravitation, vermöge welcher sie am Erdballe fest gehalten werden, wo sie seine Atmosphäre bilden helfen, welche, (fremdartige in ihr bisweilen schwebende Materien abgerechnet,) nur durch Wärme und Gravitation existirt.

Gegen die Evidenz dieser fünf Sätze wird sich hoffentlich nichts von Erheblichkeit einwenden lassen. Dass einige tropfbar flüssige Materien, wenn sie bei einer gewissen niedrigen Temperatur in den festen Zustand übergegangen sind, durch fernere Verminderung ihrer Wärme sich bis zu einer gewissen Gränze gleichsam wieder ausdehnen: dieses ist, wie ich im *Lucifer*, S. 390 — 393, hinlänglich gezeigt zu haben glaube, keine wahre Vergrösserung ihrer Voluminum, sondern eine blos scheinbare; und man muss, um ihre wahren Volumina zu beurtheilen, davon erst die feinen Risse und Spalten abziehen, welche bei dem Festwerden der Masse entstehn. Sie sind es, die das gefrorne Wasser ein

wenig milchmatt, den geronnenen Schwefel und gefrorne fette Oehle undurchſichtig, das Gufseifen porös machen; im erſtarrten Queckſilber ſieht man die Spalten mit bloſsen Augen, weil darin die Kryſtalliſation, während es erſtarrt, ſichtlich von Statten gehet, und zwiſchen den Kryſtallen ſo groſse Spalten entſtehen, daſs eine Thermometerkugel nothwendig zerſpringen muſs, wenn in ihr das Queckſilber gefriert. Der erſte Satz gilt daher unſtreitig eben ſo allgemein, als der zweite und vierte, gegen die ſich nicht einmahl eine ſcheinbare Einwendung machen läſst. Doch bedürfen wir nicht einmahl des erſten Satzes in aller Allgemeinheit, um bloſs erklären zu können, warum die Wärme in allen irdiſchen Materien mehr aufwärts als abwärts wirken muſs. Der dritte Satz iſt ein bloſses Corollarium des zweiten, folglich eben ſo evident, wie dieſer; und den fünften glaube ich im fünften Hauptſtücke des *Lucifer* ebenfalls hinlänglich bewieſen und erläutert zu haben.

Man ſtelle ſich einen vertikalen Cylinder vor, der durchgehends aus einer homogenen, gleich dichten ponderabeln Materie beſtehe. Er befinde ſich in einem abſolut leeren Raume, ſo daſs er weder andern Materien etwas von ſeiner Wärme mittheilte, noch Wärme von ihnen empfange, diejenige ausgenommen, welche ihm nach Willkühr des Experimentators zugeführt wird. Es mögen nun genau an ſeiner mittlern Stelle die in einen Brennraum

zuſammen gedrängten Sonnenſtrahlen eine ſehr klei-
ne Zeit lang wirken, und in dieſer Zeit ſeine ur-
ſprüngliche Wärme dort um einen Grad erhöhen;
dann mag dieſe Erwärmung vor der Hand wieder
aufhören. Dadurch werden in dieſer ſehr kleinen
Erwärmungszeit nur die von den Sonnenſtrahlen
unmittelbar getroffenen Theile des Cylinders, nach
allen drei Dimenſionen mit gleichen Schritten um
einen Grad ausgedehnt, alſo in dieſem angenomme-
nen Momente alle gleich warm werden, weil ſie
alle zugleich gleich viel Sonnenſtrahlen empfangen.
Bis zu den oberſten und unterſten Theilen kann im
erſten Momente dieſe Erwärmung noch nicht ſich
erſtrecken, obgleich der ganze Cylinder, durch die
Verlängerung ſeiner mittlern Theile, der Höhe nach
ſchon um den gedachten Grad hat länger werden
müſſen. Aber bald hernach wird ſich die neu hin-
zu gekommene Wärme allerdings durch den ganzen
Cylinder nach allen drei Dimenſionen verbreitet
haben.

Denkt man ſich daher den vertikalen Cylinder
AG, (Fig. 1, Taf. IV.) z. B. in ſechs gleiche Theile
AB, *BC*, *CD*, *DE*, *EF*, *FG* eingetheilt, deren jeder
aus vielen andern kleinern Theilen beſteht, ſo wird
jeder dieſer Theile ſogleich in Bewegung kommen,
ſo bald ſich der Cylinder an irgend einer ſeiner Stel-
len auszudehnen oder zuſammen zu ziehen anfängt,
weil der ganze Cylinder ein Continuum iſt. Wenn
es bloſs, wie hier, auf die Bewegung der Theile
eines Körpers ankömmt, ſo iſt es erlaubt, nur auf-

wenig milchmatt, den geronnenen Schwefel und gefrorne fette Oehle undurchſichtig, das Gufseiſen porös machen; im erſtarrten Queckſilber ſieht man die Spalten mit bloſsen Augen, weil darin die Kryſtalliſation, während es erſtarrt, ſichtlich von Statten gehet, und zwiſchen den Kryſtallen ſo groſse Spalten entſtehen, daſs eine Thermometerkugel nothwendig zerſpringen muſs, wenn in ihr das Queckſilber gefriert. Der erſte Satz gilt daher unſtreitig eben ſo allgemein, als der zweite und vierte, gegen die ſich nicht einmahl eine ſcheinbare Einwendung machen läſst. Doch bedürfen wir nicht einmahl des erſten Satzes in aller Allgemeinheit, um bloſs erklären zu können, warum die Wärme in allen irdiſchen Materien mehr aufwärts als abwärts wirken muſs. Der dritte Satz iſt ein bloſses Corollarium des zweiten, folglich eben ſo evident, wie dieſer; und den fünften glaube ich im fünften Hauptſtücke des *Lucifer* ebenfalls hinlänglich bewieſen und erläutert zu haben.

Man ſtelle ſich einen vertikalen Cylinder vor, der durchgehends aus einer homogenen, gleich dichten ponderabeln Materie beſtehe. Er befinde ſich in einem abſolut leeren Raume, ſo daſs er weder andern Materien etwas von ſeiner Wärme mittheilte, noch Wärme von ihnen empfange, diejenige ausgenommen, welche ihm nach Willkühr des Experimentators zugeführt wird. Es mögen nun genau an ſeiner mittlern Stelle die in einen Brennraum

zuſammen gedrängten Sonnenſtrahlen eine ſehr kleine Zeit lang wirken, und in dieſer Zeit ſeine urſprüngliche Wärme dort um einen Grad erhöhen; dann mag dieſe Erwärmung vor der Hand wieder aufhören. Dadurch werden in dieſer ſehr kleinen Erwärmungszeit nur die von den Sonnenſtrahlen unmittelbar getroffenen Theile des Cylinders, nach allen drei Dimenſionen mit gleichen Schritten um einen Grad ausgedehnt, alſo in dieſem angenommenen Momente alle gleich warm werden, weil ſie alle zugleich gleich viel Sonnenſtrahlen empfangen. Bis zu den oberſten und unterſten Theilen kann im erſten Momente dieſe Erwärmung noch nicht ſich erſtrecken, obgleich der ganze Cylinder, durch die Verlängerung ſeiner mittlern Theile, der Höhe nach, ſchon um den gedachten Grad hat länger werden müſſen. Aber bald hernach wird ſich die neu hinzu gekommene Wärme allerdings durch den ganzen Cylinder nach allen drei Dimenſionen verbreitet haben.

Denkt man ſich daher den vertikalen Cylinder *AG*, (Fig. 1, Taf. IV.) z. B. in ſechs gleiche Theile *AB*, *BC*, *CD*, *DE*, *EF*, *FG* eingetheilt, deren jeder aus vielen andern kleinern Theilen beſteht, ſo wird jeder dieſer Theile ſogleich in Bewegung kommen, ſo bald ſich der Cylinder an irgend einer ſeiner Stellen auszudehnen oder zuſammen zu ziehen anfängt, weil der ganze Cylinder ein Continuum iſt. Wenn es bloſs, wie hier, auf die Bewegung der Theile eines Körpers ankömmt, ſo iſt es erlaubt, nur auf-

Wären daher die Theile der ponderabeln Materien nur der gegenſeitigen Anziehung, das iſt, nur der Cohäſion, und nicht zugleich der Gravitation unterworfen, ſo müſsten ſich die Wirkungen der Wärme in allen homogenen Maſſen, die dieſe Wärme genau in ihrer Mitte empfangen, nothwendig in gleichen Zeiten mit gleicher Stärke nach allen drei Dimenſionen gleich weit erſtrecken. Denn in homogenen Materien äuſsern alle Theile gleiche Cohäſion gegen einander, und widerſtreben daher jeder Urſache, die ſie trennen oder von einander entfernen will, nach allen Richtungen gleich ſtark, weſshalb die Wirkung und Gegenwirkung in ihnen, wenn ſie genau in ihrer Mitte angegriffen werden, in gleichen Abſtänden von dieſer Mitte und in gleichen Zeiten alle Mahl vollkommen gleich ſeyn müſsten, wenn mehr nicht als die Wärme und die Cohäſion in das Spiel kämen.

Allein die Theile aller tropfbar-flüſſigen und feſten Materien werden nicht bloſs von der Cohäſion an einander gedrängt, ſondern auch von der Gravitation nach der Mitte des Erdballes getrieben. Wegen ihrer müſſen die Schwerpunkte q, p, o in einer kürzern Zeit bis v, u, t gleichſam herab fallen, als r, s, x bis w, y, z in die Höhe ſteigen können; die Wege der erſtern und der letztern ſind gleich, und q, p, o werden nach der Richtung der Gravitation, r, s, x hingegen ihr entgegen gezogen. Gelangen nun aber die obern Schwerpunkte wegen der Cohäſion *plus* der Gravitation früher an ihre

gende Materien bilden. So wenig sich indefs auch die ungleichen Abstände der Schwerpunkte von einander in mn, von den gleichen in ag unterscheiden mögen, so kann doch diese Unordnung von keiner Dauer seyn, da q einen Theil seines Wärmeüberschusses augenblicklich an p, womit es in Berührung ist, abgeben, und eben so r einen Theil seines eben so grofsen Wärmeüberschusses sehr geschwind an s absetzen mufs. Dadurch verlieren CD, das sich zu DB, und DE, das sich zu DF ausgedehnt hatte, einen eben so grofsen Theil ihrer Ausdehnung, als sie Wärme abgeben, und die beiden Schwerpunkte q und r eben so viel von ihrer Kraft, aus einander zu gehen, so dafs ihre Cohäsion und Gravitation sie wieder um einen Schritt näher zusammen ziehen kann. Da nun auf gleiche Weise auch p mit o, und s mit x, das ist CB mit BA, und EF mit FG, in unmittelbarer Berührung stehen, und ihnen folglich einen Theil des mittelbar empfangenen Wärmeüberschusses wieder abgeben müssen, so wird der Wärmeüberschufs, den anfänglich in der angenommenen sehr kleinen Erwärmungszeit nur die mittlern Cylinderstücke CD und ED unmittelbar empfingen, allmählig durch den ganzen Cylinder vertheilt werden, so dafs am Ende dieser Vertheilung in $\mu\rho$ die Schwerpunkte t, u, v, w, y, z wieder alle in gleichen Entfernungen von einander stehen werden, ohne dafs in der ganzen Ausdehnung, die in mn schon vollendet war, der Höhe nach etwas verändert seyn würde.

tern und der geſchwindern des obern Endes entſpringt, wiewohl dieſe zweite Urſache in den meiſten Fällen doch nur äuſserſt geringe ſeyn kann.

Der eigentliche geſchwindere Gang der Wärme nach der Höhe beruht alſo bei den tropfbar-flüſſigen und feſten Materien lediglich auf der Vertheilung oder Verbreitung der Wärme. Dieſe reicht aber im erſten Momente der Erwärmung noch nicht bis an die äuſserſten Enden einer Maſſe, ſondern gelangt dahin bloſs nach und nach. Daher konnten in unſerm Falle am Ende der angenommenen Erwärmungszeit die Theile qp, po, und rs, sx noch eben ſo wenig, als bc, cd, und ef, fh ausgedehnt ſeyn. Erſt nach und nach erfolgte dieſes, und die Vertheilung der zwiſchen q und r eingedrungenen Wärme, das iſt, der anfänglich bloſs zwiſchen dieſen beiden Punkten erfolgten Ausdehnung, war erſt dann vollendet, als ſich die Schwerpunkte ſämmtlich wieder zurück bewegt, folglich in $\mu\rho$ ihre rechten ordnungsmäſsigen Stellen eingenommen hatten, welches, wie wir vorhin geſehen haben, bei den obern früher, als bei den untern, geſchieht.

Säſse das untere Ende des Cylinders auf einem Körper feſt, welcher die Verlängerung deſſelben nach unten, die im Erwärmungsmomente erfolgt, verhinderte, dem Cylinder ſelbſt aber gar keine Wärme entzöge; ſo würde die Ausdehnung in der angenommenen ſehr kleinen Erwärmungszeit freilich nur nach oben erfolgen, und der Mittelpunkt jenes erwärmenden Strahlenbündels würde bei fortgeſetz-

gesetzter Erwärmung immer tiefer und tiefer unter den Mittelpunkt des Cylinders herab fallen. Dann würde aber auch das untere Ende desselben einen gewissen Wärmegrad früher, als das obere, annehmen, es sey denn, die aufwärts gehende Vertheilungsgeschwindigkeit hätte einen gröfsern Ueberschufs über die abwärts gehende, als nöthig wäre, die durch gedachte Erhebung des Mittelpunkts des Cylinders bewirkte Differenz entweder blofs zu kompensiren oder gar zu überschreiten.

Eben so wie in einem isolirten und vertikal gestellten Cylinder, der aus einer homogenen festen oder tropfbar-flüssigen Materie besteht, und dessen Ausdehnung nichts hindert, von der Wärme, die man seiner Mitte ertheilt, in seinen obern Theilen früher als in den untern gleich weit ausgedehnt oder erwärmt wird: eben so müssen auch diese obern Theile, wenn der Cylinder sich abkühlt, sich früher, als die untern, wieder zusammen ziehen, und folglich das Fallen der Wärme um gleich viel Grade am obern Ende an einem Thermometer, früher, als am untern anzeigen.

Man setze nämlich, der erwärmte Cylinder AG, der sich zu $\mu\rho$ ausgedehnt habe, sey nicht mehr in einem absolut leeren Raume, sondern stehe mit irgend einer Materie, die nur denjenigen Wärmegrad besitzt, welchen AG vor der Erwärmung besafs, und durch sie mit dem ganzen Erdballe in Berührung. Indem nun der Cylinder sich allmählig abkühlt, mufs $\mu\rho$ allmählig wieder zu der ersten

Ausdehnung MN, gleich AG, zurück kommen, und die Schwerpunkte der angenommenen Theile werden nach und nach wieder in ihre erſten Stellen zurück treten. Nun kann aber z nach h nicht ſo geſchwind als t nach b, und y nach f und v nach d nicht ſo ſchnell als u nach c und w nach e zurück kehren, da erſtere von der Cohäſion *plus* der Gravitation, letztere hingegen von der Cohäſion *minus* der Gravitation getrieben oder gezogen werden. Mithin muſs ein vertikal hangender und in ſeiner Mitte erwärmter Körper ſich, nachdem die Erwärmung aufgehört hat, an ſeinen obern Theilen nothwendig geſchwinder als an den untern abkühlen, wenn er oben und unten mit gleich kühlen Materien in Berührung ſteht.

Die Herren Pictet und Senebier haben nicht nur dieſes alles durch Verſuche wirklich ſo gefunden, ſondern auch bemerkt, daſs das am obern Ende der meſſingenen Stange befindliche Thermometer binnen der erſten Abkühlungsminute noch um $0°,2$ ſtieg, indeſs das Thermometer, welches am untern Ende angebracht war, während gedachter Minute um $0°,1$ fiel.

Auch dieſes erklärt ſich leicht aus dem Obigen. Alle Theile der Stange, (mithin auch ihre beiden Enden,) muſsten zwar in dem Momente, in welchem Herr Pictet ſein Brennglas bei Seite legte, anfangen ſich abzukühlen, da ſie mit andern kühlern Körpern in Berührung waren: allein derjenige Wärmeüberſchuſs, welchen die Stange in den letzten Au-

genblicken ihrer Erwärmung durch die Sonnenſtrahlen ganz nahe an ihrer Mitte empfangen hatte, konnte ſich beim Niederlegen des Brennglaſes noch nicht durch ihre ganze Länge gehörig vertheilt haben, weil dieſe Vertheilung nicht plötzlich, ſondern nur nach und nach vollbracht wird. Sie muſste alſo durch die Stange nach allen Richtungen bis an ihre beiden Enden noch vor ſich gehen, als das Brennglas nicht mehr wirkte; und dieſer an beiden Enden gleichſam zu ſpät anlangende Wärmeüberſchuſs würde ſich an beiden Thermometern gleich ſtark, nur aber am obern ein wenig früher, als am untern gezeigt haben, wofern die ganze Stange nicht während dieſer Zeit ſchon einen Theil ihres Wärmeüberſchuſſes an die Glasröhre und andere ſie berührende Körper abgeſetzt hätte. Wenn daher das untere Thermometer binnen der erſten Abkühlungsminute um gar nichts, das obere hingegen nur um 0°,2 ſtieg, ſo lag der Grund hiervon nur allein darin, daſs die Vertheilung des Wärmeüberſchuſſes, obiger Erklärung zu Folge, aufwärts überhaupt geſchwinder als abwärts von Statten ging; denn die gleich kühlen Materien, mit welchen die Stange in Berührung ſtand, beſtrebten ſich gewiſs, den beiden Enden derſelben während jener erſten Minute gleich viel Wärme zu entziehen. Da aber in dieſer Zeit der Theil des Wärmeüberſchuſſes, der im letzten Erwärmungsmomente an der Mitte der Stange eingetreten war, nach dem obern Ende zu geſchwinder, als nach dem untern zu vertheilt wurde, ſo muſste

das obere Thermometer nach Ablauf dieſer Minute ein wenig mehr Wachsthum der Wärme als das untere zeigen. Gewiſs würde auch das untere Thermometer geſtiegen ſeyn, nur nicht ſo viel als das obere, wenn die Abkühlung überhaupt ſchwächer geweſen wäre, als der Wärmeüberſchuſs, welcher während erwähnter Minute aus der Mitte der Stange bis zu deren Enden gleichſam noch nachgeſchoben wurde.

Bisher iſt zur Erläuterung des in Rede ſtehenden Phänomens zwar angenommen worden, daſs die Erwärmung der Mitte des Cylinders nur eine ſehr kleine Zeit hat währen ſollen. Allein man kann auch dieſe ſehr kleine Zeit, wie leicht zu erachten, ſehr viele Mahl zuſammen ſetzen, und folglich die Erwärmung eine längere Zeit, oder ſo lange, als man will, dauern laſſen, ohne befürchten zu dürfen, daſs dann das Phänomen der aufwärts geſchwinder als abwärts gehenden Wärme ſich nicht ſo leicht, als oben geſchehen iſt, werde erklären laſſen. Man ſetze nämlich, die angenommene ſehr kleine Erwärmungs- und Vertheilungszeit habe nur eine Sekunde gedauert, und im erſten Theile derſelben ſey ag in den Zuſtand von mn, im zweiten hingegen mn in den Zuſtand von $\mu\rho$ verſetzt worden. Hat man alſo zu Anfang der zweiten Sekunde wirklich $\mu\rho$ ſtatt ag erhalten, ſo ſetze man jetzt $\mu\rho$ ſtatt ag, um im erſten Theile dieſer zweiten Sekunde ein gröſseres mn, und im zweiten ein gröſseres $\mu\rho$ zu erhalten. Nimmt man nun ferner zu

genblicken ihrer Erwärmung durch die Sonnenſtrahlen ganz nahe an ihrer Mitte empfangen hatte, konnte ſich beim Niederlegen des Brennglaſes noch nicht durch ihre ganze Länge gehörig vertheilt haben, weil dieſe Vertheilung nicht plötzlich, ſondern nur nach und nach vollbracht wird. Sie muſste alſo durch die Stange nach allen Richtungen bis an ihre beiden Enden noch vor ſich gehen, als das Brennglas nicht mehr wirkte; und dieſer an beiden Enden gleichſam zu ſpät anlangende Wärmeüberſchuſs würde ſich an beiden Thermometern gleich ſtark, nur aber am obern ein wenig früher, als am untern gezeigt haben, wofern die ganze Stange nicht während dieſer Zeit ſchon einen Theil ihres Wärmeüberſchuſſes an die Glasröhre und andere ſie berührende Körper abgeſetzt hätte. Wenn daher das untere Thermometer binnen der erſten Abkühlungsminute um gar nichts, das obere hingegen nur um $0^{\circ},2$ ſtieg, ſo lag der Grund hiervon nur allein darin, daſs die Vertheilung des Wärmeüberſchuſſes, obiger Erklärung zu Folge, aufwärts überhaupt geſchwinder als abwärts von Statten ging; denn die gleich kühlen Materien, mit welchen die Stange in Berührung ſtand, beſtrebten ſich gewiſs, den beiden Enden derſelben während jener erſten Minute gleich viel Wärme zu entziehen. Da aber in dieſer Zeit der Theil des Wärmeüberſchuſſes, der im letzten Erwärmungsmomente an der Mitte der Stange eingetreten war, nach dem obern Ende zu geſchwinder, als nach dem untern zu vertheilt wurde, ſo muſste

Bewegung obwalten, ſo lange ſie erwärmt werden, und eben dieſe Bewegung muſs noch dazu ſo lange wachſen, als die Erwärmung dauert, oder vielmehr, ſo lange ſie verſtärkt wird. Während ihrer Abkühlung hingegen werden die nach Maaſsgabe des abnehmenden Wärmeüberſchuſſes in $\mu\rho$ zu weit aus einander ſtehenden Schwerpunkte, durch die nun wieder das Uebergewicht äuſsernde Cohäſion und Gravitation alle Augenblicke näher zuſammen gezogen, und zwar, da beide accelerirende Kräfte ſind, in jedem Momente zu viel. Folglich muſs der Wärmeüberſchuſs, der ſich noch nicht andern Materien mitgetheilt hat, ſich dem *plus* des Zuſammenfahrens in jedem Momente widerſetzen, das iſt, er muſs die zuſammen fahrenden Theilchen alle Augenblicke wieder aus einander treiben, und ſolcher Geſtalt auch bei der Abkühlung eine beſtändige Oſcillation derſelben unterhalten, wiewohl die Gröſse oder Energie dieſer Oſcillationen wegen der negativ wachſenden Wärme im Abkühlungsfalle nach und nach immer kleiner und kleiner werden muſs.

Da jedoch die Wärme in keiner Materie gleich o, folglich die Wirkung der Cohäſion ihrer Theile in Vergleichung mit ihrer Wärme nie unendlich groſs werden kann, wie ich im *Lucifer*, S. 46 — 52 und 148, hinlänglich dargethan zu haben glaube: ſo wird ferner folgen, daſs eine ſolche oſcillirende Bewegung der kleinſten Theile der Materie auch ſogar in allen denjenigen Körpern, die weder in Erwärmung noch in Abkühlung begriffen ſind, beſtändig Statt

finden mufs, und dafs ſie in ihnen ſo lange von gleicher Energie bleibt, als die Materie weder an andere Wärme abgiebt, noch von ihnen empfängt. Denn irgend einmahl müſſen ſie die in ihnen obwaltende Wärme erhalten haben, ſo ſtark oder ſchwach ſie auch ſeyn mag: dadurch ſind ihre kleinſten Theile auf die hier beſchriebene Art in die ihnen eigene Oſcillation verſetzt worden, und dieſe müſſen offenbar beſtändig fortdauern, da Anziehung und Wärme in dieſem Falle gleiche Gröſsen ſind, welche einander alle Augenblicke gleichſam aufheben, die Anziehung aber eine accelerirende Kraft iſt, und überdies hierbei nichts, was Friction bewirkt, gedacht werden kann. Die Wärme ſtellt hier gleichſam den Stofs bei dem Pendel, und die Cohäſion oder Gravitation die Fallkraft vor.

3.

Die Theile der *Gasarten* äufsern erwieſener Maſsen keine Cohäſion gegen einander. Auf ſie iſt alſo die bisherige Erklärung nicht anzuwenden. Dafs auch in ihnen die Wärme mehr aufwärts als abwärts geht, lehrt die tägliche Erfahrung. In einer gut umhülleten Luftſäule, wie etwa in einer wohlverwahrten Stube, wird die Luft nahe an der Decke weit früher als am Fufsboden merklich erwärmt, obgleich das Ofenfeuer viel näher an dieſem als an jener brennt. Schon längſt iſt die Urſache, die hier das geſchwinde Aufſteigen der Wärme bewirkt, keinem Naturforſcher mehr unbekannt.

Indem die untere, am heifsen Ofen ſchwebende Luft alle Augenblicke mehr erwärmt, folglich mehr locker wird, als die obere, muſs ſie durch dieſe, zu Folge der hydroſtatiſchen oder aëroſtatiſchen Geſetze, beſtändig, ſo lange das Feuer im Ofen lebhaft genug brennt, empor ſteigen, mithin die Wärme immer nur hauptſächlich aufwärts führen, bis ſie, weil ſie dort nicht weiter fortkann, wegen ihrer gröſsern Spannung, von der Decke wieder zurück getrieben wird, um der nachfolgenden Platz zu machen, und ſich auf ſolche Weiſe der untern kühlen wieder beizumiſchen. Allein man kann hierbei fragen, wie hoch die Wärme in der freien unumhülleten Atmoſphäre empor ſteigt, und woher es kömmt, daſs nicht ſchon längſt die unten an der Erde oft ungemein ſtark erhitzte Luft die meiſte Wärme bis zu jenen hohen Regionen empor gehoben habe. Denn daſs die obern Regionen der Atmoſphäre im Ganzen genommen minder warm als die untern ſind, lehren unzählige Erfahrungen. ...

Daſs der empfindbare Wärmeüberſchuſs eines Luftvolumens ſich nach der horizontalen Richtung nach demſelben Geſetze als nach der vertikalen Richtung durch die Atmoſphäre vertheile, das wird aus folgenden Verſuchen erhellen.

Ich hing zwei Thermometer ſo auf, daſs das freie Kügelchen des einen um 2′, das Kügelchen des andern hingegen nur um 1′ von dem Mittelpunkte einer zwiſchen ihnen hangenden eiſernen Kugel, die $5\frac{1}{2}$ Pfund wog, in horizontaler Richtung entfernt

finden mufs, und dafs ſie in ihnen ſo lange von gleicher Energie bleibt, als die Materie weder an andere Wärme abgiebt, noch von ihnen empfängt. Denn irgend einmahl müſſen ſie die in ihnen obwaltende Wärme erhalten haben, ſo ſtark oder ſchwach ſie auch ſeyn mag: dadurch ſind ihre kleinſten Theile auf die hier beſchriebene Art in die ihnen eigene Oſcillation verſetzt worden, und dieſe müſſen offenbar beſtändig fortdauern, da Anziehung und Wärme in dieſem Falle gleiche Gröſsen ſind, welche einander alle Augenblicke gleichſam aufheben, die Anziehung aber eine accelerirende Kraft iſt, und überdies hierbei nichts, was Friction bewirkt, gedacht werden kann. Die Wärme ſtellt hier gleichſam den Stofs bei dem Pendel, und die Cohäſion oder Gravitation die Fallkraft vor.

3.

Die Theile der *Gasarten* äufsern erwieſener Maſsen keine Cohäſion gegen einander. Auf ſie iſt alſo die bisherige Erklärung nicht anzuwenden. Dafs auch in ihnen die Wärme mehr aufwärts als abwärts geht, lehrt die tägliche Erfahrung. In einer gut umhülleten Luftſäule, wie etwa in einer wohlverwahrten Stube, wird die Luft nahe an der Decke weit früher als am Fufsboden merklich erwärmt, obgleich das Ofenfeuer viel näher an dieſem als an jener brennt. Schon längſt iſt die Urſache, die hier das geſchwinde Aufſteigen der Wärme bewirkt, keinem Naturforſcher mehr unbekannt.

die Wärme noch am untern vorbei und geraden Weges zum obern gelangen konnte. Während die eiſerne Kugel aufs neue glühend gemacht wurde, hatte ſich die Luft am Beobachtungsorte wieder völlig bis 68° abgekühlt, ſo bald aber die Kugel in die vorher genau bezeichnete Stelle aufgehängt wurde, fingen beide Thermometer abermahls ungemein ſchnell an zu ſteigen. Sie erreichten das Maximum wieder in 1 Minute; es betrug jetzt am untern 115°, am obern 75°. Es verhält ſich aber wiederum 115 — 68 oder 47, zu 75 — 68 oder 7, wie 6,7 : 1, ſo daſs dieſes Verhältniſs wenig genug vom vorigen abwich. Hierbei muſs ich eines beſondern Phänomens gedenken, das ſich ſpäterhin, während des Abkühlens der eiſernen Kugel, zeigte. Das untere Thermometer fing, wie geſagt, ſchon in der zweiten Minute, nachdem es den höchſten Stand erreicht hatte, wieder an zu fallen. Allein dieſes Fallen geſchah nicht nur nicht ſtetig, ſondern auch nicht einmahl immer poſitiv, indem es vielmehr durch ein ziemlich ſchnell abwechſelndes Fallen und Steigen vollbracht wurde, wobei jenes jedoch alle Mahl ein wenig mehr als dieſes betrug. Anfänglich ging es oft in wenigen Sekunden wohl um 4 bis 5° herab, und ſtieg ſodann eben ſo geſchwind beinahe um 4 bis 5° wieder hinauf. Hernach aber wurden dieſe Schwankungen allmählig kleiner, wobei ſie jedoch ſtets in der gedachten ſehr kurzen Zeit ihre Wechſel vollendeten. Von 115° bis 100° ſah ich ihnen zu: dann riefen mich andere Geſchäfte ab. Am

obern Thermometer bemerkte ich dergleichen Schwankungen nicht, vermuthlich, weil ſie hier zu klein waren. In der groſsen hohen Stube war nicht der geringſte Luftzug, und ich verhielt mich bei den Thermometern völlig ruhig. Dürfte ich eine Vermuthung hierüber wagen, ſo würde ich dafür halten, daſs die Energie der Wärmeoſcillationen des heiſsen ſich abkühlenden Eiſens ungefähr aus eben ſolchen, oder doch ähnlichen Urſachen durch ſchnelle Abwechſelungen von Stärke und Schwäche ſinke, wie die Energie der Klangoſcillationen mancher groſser Glocken durch einen ſchnellen Wechſel von verſtärktem und geſchwächtem Brummen ſich allmählig verliert, nachdem man aufgehört hat, ſie zu läuten.

Nach der vertikalen Richtung war alſo die Wirkung der heiſsen Kugel viel gröſser, als nach der horizontalen; das Maximum der Wärme hatten aber die beiden Thermometer dennoch in beiden Fällen ſchon nach Verlauf einer Minute, folglich zu gleicher Zeit erreicht; und eben ſo zeigten auch die Thermometer in beiden Fällen, daſs der in verſchiedenen Abſtänden von der heiſsen Kugel empfindbar gewordene Wärmeüberſchuſs im verkehrten Verhältniſſe des Würfels dieſer Abſtände ſtand. Denn beide beobachtete Verhältniſſe 7 : 1 und 6,7 : 1 ſind ſo wenig von 8 : 1 verſchieden, daſs ſie ſich Irrthümern der Beobachtung zuſchreiben laſſen. Wir wollen nun nachforſchen, aus welchen Urſachen dieſes alles auf ſolche Weiſe hat geſchehen müſſen.

Dafs die Erwärmung nach oben ſtärker als nach den Seiten erfolgte, geſchah, weil die an der heifsen Kugel herum liegende Luft verdünnt wurde, und in die Höhe ſtieg, während minder warme Luft von den Seiten her an ihre Stelle trat, um ebenfalls wärmer zu werden und in die Höhe zu ſteigen. Daher mufste die Luft nach horizontaler Richtung in beſtimmten Abſtänden von der Kugel allerdings minder warm, als in gleichen Entfernungen über ihr werden.

Hätte ich eine Luftkugel von einem Fufse im Radius mit einer zwar nachgebenden, aber gar nicht wärmeleitenden und an den Fufsboden befeſtigten Hülle umgeben, und ihre Wärmeenergie im Mittelpunkte derſelben innerhalb einer Minute auf das Achtfache bringen können: ſo würde ſie ſich dadurch in einen kugelförmigen Raum von zwei Fufs im Radius ausgedehnt, und ihre achtfache Wärme während gedachter Minute durch ſich ſelbſt vertheilt, folglich am Ende der Vertheilung in allen ihren Theilen einerlei Wärmeenergie, nämlich allenthalben die achtfache, gezeigt haben. Dagegen war in den eben beſchriebenen Verſuchen die ſich erwärmende Luft nicht umhüllet, und leitete daher den ihr alle Augenblicke aufs neue mitgetheilten Wärmeüberſchufs in eben demſelben Verhältniſſe nach allen Gegenden weiter fort, in welchem er von der heifsen Kugel zugeführt wurde. Theilt man die ganze Erwärmungszeit in gleiche ſehr kleine Theile, und denkt ſich, dafs in jedem ſolchen

obern Thermometer bemerkte ich dergleichen Schwankungen nicht, vermuthlich, weil sie hier zu klein waren. In der grofsen hohen Stube war nicht der geringste Luftzug, und ich verhielt mich bei den Thermometern völlig ruhig. Dürfte ich eine Vermuthung hierüber wagen, so würde ich dafür halten, dafs die Energie der Wärmeoscillationen des heifsen sich abkühlenden Eisens ungefähr aus eben solchen, oder doch ähnlichen Ursachen durch schnelle Abwechselungen von Stärke und Schwäche sinke, wie die Energie der Klangoscillationen mancher grofser Glocken durch einen schnellen Wechsel von verstärktem und geschwächtem Brummen sich allmählig verliert, nachdem man aufgehört hat, sie zu läuten.

Nach der vertikalen Richtung war also die Wirkung der heifsen Kugel viel gröfser, als nach der horizontalen; das Maximum der Wärme hatten aber die beiden Thermometer dennoch in beiden Fällen schon nach Verlauf einer Minute, folglich zu gleicher Zeit erreicht; und eben so zeigten auch die Thermometer in beiden Fällen, dafs der in verschiedenen Abständen von der heifsen Kugel empfindbar gewordene Wärmeüberschufs im verkehrten Verhältnisse des Würfels dieser Abstände stand. Denn beide beobachtete Verhältnisse 7 : 1 und 6,7 : 1 sind so wenig von 8 : 1 verschieden, dafs sie sich Irrthümern der Beobachtung zuschreiben lassen. Wir wollen nun nachforschen, aus welchen Ursachen dieses alles auf solche Weise hat geschehen müssen.

he acht Mahl mehr Energie, als in dem Luftkegel von doppelter Höhe haben muſs.

So ungefähr kann man ſich die Vertheilung der Wärme durch die Atmoſphäre dem Raume nach vorſtellen. Bedenklicher iſt es, die *Geſchwindigkeit* beſtimmen zu wollen, womit ſich die an einem gewiſſen Orte erregte Wärme durch die Atmoſphäre vertheilt. Indeſſen wollen wir doch der bisher verfolgten Spur weiter nachgehen, und zuſehen, ob ſich nicht auch ein Weg zu einer, wenigſtens wahrſcheinlichen, Beſtimmungsmethode dieſer Geſchwindigkeit finden läſst.

Aus meinen obigen Betrachtungen über die Verſuche der Herren Pictet und Senebier erhellte, daſs in tropfbar-flüſſigen und feſten Materien die Vertheilungsgeſchwindigkeit der Wärme hauptſächlich von der Cohäſion und von der Gravitation abhängt, folglich deſto geſchwinder von Statten gehet, je ſtärker dieſe beiden Kräfte in dergleichen Materien wirken, und je weniger die innerliche Struktur derſelben kryſtalliniſch iſt. Berechnen läſst ſich aber dort freilich nichts, weil man weder die Gröſse der Cohäſionswirkung noch die innerliche Struktur der Theile ſolcher Materien gehörig kennt. Bei der guten atmoſphäriſchen Luft hingegen fällt Cohäſion und Kryſtalliſation gänzlich hinweg, und es bleibt zu gedachter Vertheilung nur noch die Wirkung der Gravitation übrig, deren Gröſse wir in jedem Falle beſtimmen können.

Setzt man, dafs ein am Horizonte befindliches Luftvolumen, von einem Decimalzoll Durchmeſſer, auf einmahl plötzlich tauſendfach warm werde, ſo wird es ſich plötzlich in ein Volumen von einem Fuſse im Durchmeſſer ausdehnen, und in allen ſeinen Theilen tauſend Mahl mehr Wärmeenergie, zugleich aber auch tauſend Mahl weniger Dichte als die anliegende Luft beſitzen, und dabei müſste ein entſetzlicher Knall entſtehen, da die freie Luft nach einer jeden Richtung um einen halben Fuſs weit plötzlich fortgedrängt würde. Setzen wir ferner, dieſes heiſse und aufgelockerte Luftvolumen bleibe für dieſes Mahl an ſeiner Stelle, und ſteige nicht in die Höhe, ſo nimmt die Vertheilung der Wärme, und die Verdichtung dieſer tauſendfach verdünnten Luft, ſogleich ihren Anfang, indem gleichſam die ganze Atmoſphäre den 999fachen Wärmeüberſchuſs in ſich aufnimmt und gleichmäſsig verbreitet. Nun kann aber dieſe Verbreitung anders nicht vollbracht werden, als dadurch, dafs die Theilchen der anliegenden kühlern Luft, oder die Schwerpunkte dieſer Theilchen, ſich allenthalben in gleiche, jedoch etwas gröſsere Abſtände als zuvor, von einander ſetzen, ſo wie das vorhin an der meſſingenen Stange gezeigt worden iſt. Man darf nur die wechſelſeitigen Entfernungen der Schwerpunkte in ag, mn, $\mu\varrho$, Taf. IV, mit einander vergleichen, und ſie nach allen Richtungen, ſo wie ſie dort nach vertikaler Lage ſind, denken, um die durch die freie Atmoſphäre fortſchreitende Wärmevertheilung ſich

einiger Maſsen ſinnlich zu machen. Nach der erſten ſehr kleinen Vertheilungszeit wird ſich der 999fache Wärmeüberſchuſs in das doppelte Luftvolumen, nach der zweiten in das dreifache und ſo weiter verbreiten. Die Energie deſſelben wird dabei in eben dem Verhältniſſe ſchwächer, und ſämmtliche Theile der Atmoſphäre, ſo weit er ſich verbreitet, werden allenthalben in eben dem Verhältniſſe weiter aus einander getrieben, in welchem die Theilchen des mittlern, anfänglich ganz heiſsen, Luftvolumens ſich wieder beinahe in ihr erſtes Volumen zuſammen ziehen. Dieſes kann aber, da bei der ſchnellen Abkühlung und Erſchlaffung die ganze darüber ſtehende Luftſäule gleichſam plötzlich losgelaſſen wird, mit keiner andern Geſchwindigkeit, als mit der des Luftſchalles geſchehen, das iſt, nur mit derjenigen, die ein frei fallender Körper erlangt, wenn er aus einer Höhe herab fällt, wo ſich die am Horizonte beobachtete Barometerhöhe zur Hälfte verkürzt, wovon man ſich im *Lucifer*, S. 441—446, deutlicher überführen kann. Da nun der Luftſchall, nach Seite 498 des *Lucifer*, in der horizontalen Richtung nahe am Erdboden bei einer Temperatur von ungefähr 70° bis 72° F. und 28″ Barometerhöhe, binnen einer Sekunde 1040 pariſer Fuſs weit gehet, ſo wird ſich auch die horizontale Vertheilung der Wärme in einer Sekunde durch ein Luftvolumen von 1040 pariſer Fuſs im Radius erſtrecken. Nun verhält ſich aber dieſes Volumen zu jenem, worin die unvertheilte Hitze noch beiſammen

Setzt man, dafs ein am Horizonte befindliches Luftvolumen, von einem Decimalzoll Durchmeſſer, auf einmahl plötzlich tauſendfach warm werde, ſo wird es ſich plötzlich in ein Volumen von einem Fuſse im Durchmeſſer ausdehnen, und in allen ſeinen Theilen tauſend Mahl mehr Wärmeenergie, zugleich aber auch tauſend Mahl weniger Dichte als die anliegende Luft beſitzen, und dabei müſste ein entſetzlicher Knall entſtehen, da die freie Luft nach einer jeden Richtung um einen halben Fuſs weit plötzlich fortgedrängt würde. Setzen wir ferner, dieſes heiſse und aufgelockerte Luftvolumen bleibe für dieſes Mahl an ſeiner Stelle, und ſteige nicht in die Höhe, ſo nimmt die Vertheilung der Wärme, und die Verdichtung dieſer tauſendfach verdünnten Luft, ſogleich ihren Anfang, indem gleichſam die ganze Atmoſphäre den 999fachen Wärmeüberſchuſs in ſich aufnimmt und gleichmäſsig verbreitet. Nun kann aber dieſe Verbreitung anders nicht vollbracht werden, als dadurch, dafs die Theilchen der anliegenden kühlern Luft, oder die Schwerpunkte dieſer Theilchen, ſich allenthalben in gleiche, jedoch etwas gröſsere Abſtände als zuvor, von einander ſetzen, ſo wie das vorhin an der meſſingenen Stange gezeigt worden iſt. Man darf nur die wechſelſeitigen Entfernungen der Schwerpunkte in ag, mn, $\mu\varrho$, Taf. IV, mit einander vergleichen, und ſie nach allen Richtungen, ſo wie ſie dort nach vertikaler Lage ſind, denken, um die durch die freie Atmoſphäre fortſchreitende Wärmevertheilung ſich

wird, ſo kann die Vertheilung dieſer Hitze gar wohl mit einem Geräuſche erfolgen, und mir däucht, ein ſolches ziemlich ſchauervolles, von dem gewöhnlichen Praſſeln ganz verſchiedenes Geräuſch bei ſehr heftiger Gluth auch wirklich ſchon bemerkt zu haben.

Aus dieſer geſchwinden Vertheilung der Wärme durch die Luft erhellt nun auch ſogleich, warum ein warmer Körper, der im Focus eines Brennſpiegels ruhet, im Focus eines andern ihm gerade entgegen ſtehenden und oft weit entfernten Brennſpiegels faſt augenblicklich eine ſehr empfindbare Wärme bewirkt. Es werden nämlich gerade ſo, wie die Schalloſcillationen, auch die Wärmeoſcillationen der Luft aus dem Focus des einen Brennſpiegels in den Focus des andern zuſammen geleitet.

Wenn daher die Krümmung eines jeden dieſer beiden Spiegel 30 Grad betrüge und keine Seitenzerſtreuung der Wärme dabei Statt fände, auch die Spiegel ſelbſt nicht ein wenig mit erwärmt würden; ſo müſste, da der Focus bei jedem um den halben Radius von der Spiegelfläche abſtehet, genau ein Sechstel der ganzen Wärme des heiſsen Körpers an das im Focus des zweiten Spiegels befindliche Thermometer gelangen, und zwar äuſserſt geſchwind, weil die Wärme am Horizonte in einer Sekunde ungefähr 1040 pariſer Fuſs weit gehet. Allein die Spiegel machen es hier mit der Wärme, wie ungefähr die Sprachröhre mit dem Luftſchalle; ſie verhindern nicht, daſs nicht die Wärme ſich zum Theil

ſammen war, und welches einen Fuſs im Durchmeſſer hatte, wie 2080^3 zu 1, das iſt, wie 8998912000 zu 1. Mithin kann man freilich die Wärme 1000 Fuſs weit von dieſem heiſsen Luftvolumen in der horizontalen Richtung weder am Gefühle, noch an einem Thermometer bemerken, auch wenn die einfache Wärme 70° F. wäre, und das erhitzte Luftvolumen ſie anfänglich 1000 Mahl enthielte. Dieſes gilt von der Verbreitung des Wärmeüberſchuſſes eines nicht ſteigenden heiſsen Luftvolumens nach horizontaler Richtung. Nach vertikaler Richtung dürfte die Verbreitung wohl höher nicht, als bis zu derjenigen Luftregion ſich erſtrecken, in welcher das Barometer nur halb ſo hoch als am Horizonte ſteht, weil ſie mit eben den Kräften vollbracht wird, mit welchen ſich der Schall durch die Luft verbreitet. Einen Schall oder Klang kann ſie jedoch nicht verurſachen, weil ihre Oſcillationen nicht wie die Schallpulſe in ſucceſſiven und wechſelsweiſen Verdichtungen und Auflockerungen beſtehen, ſondern blofs eine gleichförmig ſucceſſive Auflockerung darſtellen, die ſich beim Abkühlen in Verdichtung verwandelt, und weil bei der Verbreitung des Luftſchalles die Schallpulſe nur im Verhältniſſe des Quadrats ihrer Entfernung vom ſchallenden Körper, bei der Vertheilung der Wärme hingegen die gleichförmige Auflockerung im Verhältniſſe des Würfels der Entfernung vom wärmenden Körper, geſchwächt werden. Wenn jedoch die Luft irgendwo ſehr ſchnell abwechſelnd ſtark und ſchwach erhitzt

rade hinter ihr liegende Luft, und dadurch wird auch das Thermometer afficirt. Iſt die vordere Fläche der Tafel matt oder rauh, ſo kann ſie eben ſo wenig ein Erwärmungs- oder Abkühlungsecho machen, als eine Frieſstapete ein Schallecho; vielmehr wird ſie ſelbſt beträchtlich erwärmt oder abgekühlt, und durch ſie das Thermometer im Focus des zweiten Spiegels. Sie theilt ihre von vorn erhaltene Wärme oder Kälte nur hinterwärts und nicht ſeitwärts mit, weil der erſte Brennſpiegel die Erwärmungs- oder Abkühlungsoſcillationen nicht völlig parallel, ſondern beträchtlich divergirend reflectirt, weſshalb die Luft an den Seiten der Tafel für ſich ſchon eben ſo warm oder kalt, als die Tafel ſelbſt iſt, folglich von dem Ueberſchuſſe, den dieſe alle Augenblicke von vorn erhält, nichts annehmen kann; ſie überläſst daher dieſen Ueberſchuſs bloſs der gerade hinter der Tafel befindlichen Luft. Könnte man Verſuche dieſer Art in der Torricelli'ſchen Leere anſtellen, oder eine ſolche Leere, die ſo groſs als gedachte Tafel wäre, zwiſchen die beiden Brennſpiegel ſtellen, ſo würde die von dem erſten Spiegel reflectirte poſitive oder negative Wärme gewiſs nie bis zu dem zweiten gelangen, und mithin gewiſs kein Steigen oder Sinken des daſelbſt befindlichen Thermometers bewirken.

Jeder poſitive und negative Wärmeüberſchuſs der Luft, er mag nun ſtrahlend oder ſucceſſive fortwandelnd heiſsen, geht nach der horizontalen Richtung in jeder Sekunde, wie der Schall, ungefähr

1040 parifer Fufs weit, ift aber freilich zehn Fufs von dem wärmenden Körper fchon tauſend Mahl fchwächer als einen Fufs weit von ihm, wenn keine Hohlſpiegel und keine Röhren diefe Schwächung verhindern. Hierdurch erklärt das oſcillirende Aneinanderrücken der Lufttheilchen, die ſich beſonders mit Hülfe der Brennſpiegel durch das in ihrer Nähe befindliche Eis abkühlen, auch den zweiten Erfolg in den obigen Verſuchen, der ſich aus der Hypotheſe eines Wärmeſtoffs nicht genügend ableiten läſst.

Refraction der Wärme giebt es hiernach nicht, auch ſogar nicht, wenn man die ſo genannte ſtrahlende Wärme durch ſilberne oder goldene Linſen gehen läſst.

Man ſieht wohl, dafs ich bei dieſer Betrachtung die bekannten merkwürdigen Reſultate der von Hrn. Pictet in ſeinen *Eſſais de Phyſique* beſchriebenen Verſuche, die dieſe ſtrahlende Wärme betreffen, vor Augen gehabt habe. Seite 63—67 des *Lucifer* habe ich daher die Meinung geäufsert, dafs das auf einen Körper fallende Licht von ihm entweder poſitiv oder negativ erwärmt werden könne, und dafs alſo wahrſcheinlich dieſes den poſitiven oder negativen Wärmeüberſchufs aus dem Focus des einen Brennſpiegels in den Focus des andern mit ſeiner bekannten Geſchwindigkeit herüberbringe. Auch habe ich in angeführter Stelle unſre deutſchen Naturforſcher, die etwa gedachte Schrift einer Aufmerkſamkeit würdigen, und mit Herrn

Pictet freundſchaftliche Korreſpondenz unterhalten, erſucht, ihn dahin zu vermögen, daſs er den hierher gehörigen Verſuch noch ein Mahl, erſt mit einer ſchwarzen, dann mit einer weiſsen Kugel wiederhohle, die in beiden Fällen gleich warm wäre, und zuſehe, ob im Focus des zweiten Brennſpiegels die ſo genannte ſtrahlende Wärme immer einerlei ſey, oder nicht. Denn, (ſetzte ich dort hinzu,) wenn ſie wirklich in beiden Fällen gleich ſtark ſich zeigte, ſo könnte die Wärme nicht mit Hülfe des Lichtes aus dem Focus des einen Brennſpiegels in den Focus des andern gelangen, und man wäre dann wohl gezwungen, ſie als einen beſondern materiellen Stoff, der ſich bald ſtrahlend, bald langſam fortpflanzt, zu betrachten. Allein da ich in der Folge wohl einſah, daſs es ungemein lange dauern würde, ehe Herr Pictet von dieſem Geſuche etwas in Erfahrung bringen dürfte, ſo machte ich den Verſuch ſelbſt.

Ich bediente mich dazu zweier ganz gut geſchliffener Brennſpiegel, welche die hieſige Univerſität beſitzt, und von denen der eine aus Glockenmetall, der andere aus Meſſing beſtehet. Jener hält im Durchmeſſer 12″ 7‴, dieſer 13″ rheiniſch. An meinem Luftthermometer betrug die Scale von 30°, welche ich zwiſchen 50° und 80° beſtimmt hatte, mehr nicht, als 2″ 8‴ pariſer Maaſſes, weil die Kugel deſſelben kaum 3‴ im Durchmeſſer hielt, folglich, im Verhältniſſe zu dem zwei Fuſs langen Röhrchen von ziemlich weitem Kaliber,

1040 pariſer Fuſs weit, iſt aber freilich zehn Fuſs von dem wärmenden Körper ſchon tauſend Mahl ſchwächer als einen Fuſs weit von ihm, wenn keine Hohlſpiegel und keine Röhren dieſe Schwächung verhindern. Hierdurch erklärt das oſcillirende Aneinanderrücken der Lufttheilchen, die ſich beſonders mit Hülfe der Brennſpiegel durch das in ihrer Nähe befindliche Eis abkühlen, auch den zweiten Erfolg in den obigen Verſuchen, der ſich aus der Hypotheſe eines Wärmeſtoffs nicht genügend ableiten läſst.

Refraction der Wärme giebt es hiernach nicht, auch ſogar nicht, wenn man die ſo genannte ſtrahlende Wärme durch ſilberne oder goldene Linſen gehen läſst.

Man ſieht wohl, daſs ich bei dieſer Betrachtung die bekannten merkwürdigen Reſultate der von Hrn. Pictet in ſeinen *Eſſais de Phyſique* beſchriebenen Verſuche, die dieſe ſtrahlende Wärme betreffen, vor Augen gehabt habe. Seite 63—67 des *Lucifer* habe ich daher die Meinung geäuſsert, daſs das auf einen Körper fallende Licht von ihm entweder poſitiv oder negativ erwärmt werden könne, und daſs alſo wahrſcheinlich dieſes den poſitiven oder negativen Wärmeüberſchuſs aus dem Focus des einen Brennſpiegels in den Focus des andern mit ſeiner bekannten Geſchwindigkeit herüber trage. Auch habe ich in angeführter Stelle unſre deutſchen Naturforſcher, die etwa gedachte Schrift, ihrer Aufmerkſamkeit würdigen und mit Herrn

die Tafel fort, und nun dehnte ſich die Luft im Thermometer binnen zwei Minuten von 67°,5 bis 72° aus. Dieſes war das Maximum, und ſie zog ſich nun ſofort allmählig wieder zuſammen, ſo wie die heiſse Kugel im Brennraume des erſten Spiegels ihren Wärmeüberſchuſs an die Luft und andere Materien verlor.

Ich bürſtete darauf die Kreidenrinde von der ſchwarzen eiſernen Kugel ab, verwandelte die helle Stube wieder in eine vollkommen finſtere Kammer, und hing die nun abermahls faſt glühend heifs gemachte Kugel in den Focus des erſten Brennſpiegels, nachdem die hölzerne Tafel zwiſchen beide Spiegel geſchoben war. Ich ſelbſt ſtand mit meinem ſchwach brennenden Nachtlichte in der Hand, ſo an der Thermometerſcale, daſs mein Körper gerade zwiſchen die heiſse Kugel und mein Nachtlicht zu ſtehen kam, folglich keinen Strahl von dieſem gegen die heiſse Kugel fortlieſs. Der Erfolg dieſes Verſuchs war genau der vorige. Die Luft in dem Thermometer fing ebenfalls gleichſam augenblicklich an, ſich auszudehnen, oder zuſammen zu ziehen, ſo bald mein Gehülfe die Tafel hinweg zog, oder wieder zwiſchen die Spiegel ſchob, und bei gänzlicher Entfernung derſelben dehnte ſie ſich binnen zwei Minuten von 68° bis 72°,5 aus, welches das Maximum der Ausdehnung war. Die ganze Temperatur der Stube war durch den vorigen Verſuch um 0°,5 erhöht worden.

Aus dieſen beiden Verſuchen geht nun zwar klar hervor, daſs die ſo genannte ſtrahlende Wär-

ſehr klein war. Die darin enthaltene Luft hatte ich mit einem dunkelblau gefärbten Waſſertröpfchen geſperrt.

Nun ſtellte ich die beiden Spiegel in der Weite von 22′ rheiniſch einander gegen über. Um den Focus des zweiten, der die parallel gemachte Wärme concentriren ſollte, genau zu finden, verfinſterte ich anfänglich meine Stube vollkommen, und befeſtigte die kleine Flamme eines Nachtlichts in dem Focus des erſten, worauf ich den zweiten ſo lange richtete, bis das Bild gedachter Flamme im Focus deſſelben ſcharf begränzt erſchien. In dieſes Bild rückte ich das Kügelchen meines Lufthermometers, welches ich zu dieſem Behufe in horizontaler Lage auf ein Stativ befeſtigt hatte, ſo, daſs ich es vermittelſt einer Stellſchraube hoch oder niedrig, und mithin genau in das erwähnte kleine Flammenbild ſtellen konnte. Hierauf machte ich die Stube wieder hell, ſtellte eine groſse hölzerne Tafel von der Dicke der gemeinen Bretter zwiſchen die Spiegel, und hing die oben erwähnte eiſerne Kugel faſt glühend in den Focus des erſten Brennſpiegels, nachdem ſie längſt vorher ſchon mit einer aus geſchabter Kreide und Gummiwaſſer gemachten Rinde überzogen worden war.

So bald mein Gehülfe die Tafel hinweg zog, fing auch die Luft im Thermometer ſichtlich an, ſich auszudehnen, und ſo bald er ſie wieder vorſchob, ſichtlich ſich zuſammen zu ziehen. Dieſes lieſs ich ein Paar Mahl geſchehen, dann aber, blieb

1°. Der von den Sonnenſtrahlen in der Atmoſphäre und in allen gasartigen Materien am Tage erzeugte oder gleichſam lebendig und empfindbar gemachte Wärmeüberſchuſs wird in der Nacht wieder aufs neue gebunden. Denn die Freiheit oder das Leben deſſelben zeigt ſich uns bloſs durch Ausdehnung ponderabler Materien, hier durch Ausdehnung der Luft. Zwar erkennen wir dieſen Ueberſchuſs, er mag poſitiv oder negativ ſeyn, auch durch das Gefühl oft genug: allein dieſes Gefühl gründet ſich ſelbſt auf nichts anderes, als auf die bald gröſsere, bald kleinere Ausdehnung unſrer Säfte und unſrer Nervenfaſern. *Warm* nennen wir eine uns berührende Materie, wenn die Energie ihrer Wärmeoſcillationen ſtärker, als die Energie der unſrigen iſt, und wenn ſie uns daher von dieſer Energie etwas mittheilt; *kalt* dagegen, oder *kühl*, wenn die Energie unſrer Wärme- oder Ausdehnungsoſcillationen ſtärker, als die Energie der ihrigen iſt, und wir daher, nach den Geſetzen der Bewegung, etwas davon an ſie abgeben müſſen. Um wie viel nun die Ausdehnungsoſcillationen der Atmoſphäre von den Sonnenſtrahlen am Tage verſtärkt werden, um eben ſo viel werden ſie des Nachts offenbar wieder geſchwächt, und umgekehrt. Wäre lauter Nacht, ſo würde die Dichte und Wärme der Atmoſphäre in jeder Höhe für ſich unverändert bleiben: da Tag und Nacht wechſeln, ſo ſtellt die Gravitation des Nachts diejenige Dichte immer wieder her, welche am Tage die Sonnenſtrahlen verändert haben. Nun iſt aber Tag und

Nacht im ganzen Jahre zuſammen genommen auf Erden allenthalben gleich: folglich wird in den Nächten das ganze Jahr hindurch eben ſo viel Wärme der Atmoſphäre getödtet, als an den Tagen erzeugt.

2°. Bei dem Wärmewechſel in tropfbar-flüſſigen und feſten Materien iſt zu erwägen, daſs dieſe Materien bloſs durch Wärme und Cohärenz beſtehen. Was daher bei der Atmoſphäre nur allein die Gravitation bewirken kann, das kann bei ihnen durch Cohärenz und Gravitation zugleich bewirkt werden. Wird die Cohärenz ihrer kleinſten Theile geſchwächt, ohne daſs ſie in Hinſicht der Gravitation eine Veränderung leidet: ſo muſs die Energie ihrer Wärmeoſcillationen und ihre Ausdehnung wachſen, welches aber in keiner Materie geſchehen kann, wofern ſie nicht, ſo zu ſagen, die Nahrung dazu von auſsen her erhält; das iſt, wofern ſie andern, ſie berührenden Materien, die mehr Wärmeenergie als ſie haben, deren keine entziehet, (oder in der chemiſchen Sprache, keine äuſsere Wärme bindet). Wo die Wärme- oder Ausdehnungsoſcillationen einer feſten oder tropfbar-flüſſigen Materie ſo groſs und ſtark werden, daſs die Cohärenz ihrer kleinſten Theile dadurch gänzlich aufgehoben wird, verwandelt ſie ſich eben dadurch in Dampf oder Gas, und ihren Theilen bleibt nur noch die Gravitation übrig, vermöge welcher ſie in der Atmoſphäre irgendwo bleibt. Bei vielen Materien erhalten dieſe Ausdehnungsoſcillationen freilich nie Stärke genug, um die Cohärenz gänzlich überwinden zu können.

aber da ist auch die Anziehung ihrer kleinsten Theile zu einander stärker, als jede Wärme, die der Mensch oder die Natur auf Erden hervor zu bringen vermag. Umgekehrt wird die Energie ihrer Wärme- oder Ausdehnungsoscillationen geschwächt, wenn die Anziehung der kleinsten Theilchen zunimmt; und dabei muss ihre überflüssige Wärmeenergie, das ist, ihre überflüssige Expansivkraft, nach den ewigen Gesetzen der Mechanik, an andere sie berührende Materien übergehn, folglich Wärme, in der chemischen Sprache, aus ihr entbunden oder frei gemacht werden.

Man kann jedoch auch diese beiden letzten Sätze umkehren, und sagen: eine gewisse Quantität positiver Wärme tödtet oder bindet in einer bestimmten Masse eben so viel Affinitätswirkung, als Affinitätswirkung von eben der Quantität negativer Wärme in dieser Masse wieder erzeugt oder entbunden wird. Bemerken darf ich aber wohl hierbei nicht erst noch, dass man allenthalben, wo von positiver und negativer Wärme die Rede ist, immer nur auf eine gewisse angenommene mittlere Temperatur, in welcher + und — durch o übergeht, Bezug zu nehmen hat.

So wenig tropfbar-flüssige Materien aus flüssig-elastischen, und feste Körper aus flüssigen Materien entstehen können, ohne Wärme zu entbinden und sie der Atmosphäre zu überlassen: eben so wenig können sie in den Zustand dieser zurück treten, ohne Wärme zu binden und der Atmosphäre wieder zu entziehen. Ja eine und eben dieselbe Masse kann

Nacht im ganzen Jahre zuſammen genommen auf Erden allenthalben gleich: folglich wird in den Nächten das ganze Jahr hindurch eben ſo viel Wärme der Atmoſphäre getödtet, als an den Tagen erzeugt.

2°. Bei dem Wärmewechſel in tropfbar-flüſſigen und feſten Materien iſt zu erwägen, daſs dieſe Materien bloſs durch Wärme und Cohärenz beſtehen. Was daher bei der Atmoſphäre nur allein die Gravitation bewirken kann, das kann bei ihnen durch Cohärenz und Gravitation zugleich bewirkt werden. Wird die Cohärenz ihrer kleinſten Theile geſchwächt, ohne daſs ſie in Hinſicht der Gravitation eine Veränderung leidet: ſo muſs die Energie ihrer Wärmeoſcillationen und ihre Ausdehnung wachſen, welches aber in keiner Materie geſchehen kann, wofern ſie nicht, ſo zu ſagen, die Nahrung dazu von auſsen her erhält; das iſt, wofern ſie andern, ſie berührenden Materien, die mehr Wärmeenergie als ſie haben, deren keine entziehet, (oder in der chemiſchen Sprache, keine äuſsere Wärme bindet). Wo die Wärme- oder Ausdehnungsoſcillationen einer feſten oder tropfbar-flüſſigen Materie ſo groſs und ſtark werden, daſs die Cohärenz ihrer kleinſten Theile dadurch gänzlich aufgehoben wird, verwandelt ſie ſich eben dadurch in Dampf oder Gas, und ihren Theilen bleibt nur noch die Gravitation übrig, vermöge welcher ſie in der Atmoſphäre irgendwo bleibt. Bei vielen Materien erhalten dieſe Ausdehnungsoſcillationen freilich nie Stärke genug, um die Cohärenz gänzlich überwinden zu können:

turprodukte erzeugen, als es verzehren und zerſtören kann: ſo dürfte dann die aus Nordoſten über unſere Gegenden ſich verbreitende negative Wärmevertheilung uns ebenfalls nicht mehr ſo beſchwerlich fallen, als jetzt noch oft, beſonders um die Mitte des Maies, das iſt, gewöhnlich an den Namenstagen der bekannten drei kältemachenden Heiligen zu geſchehen pflegt, indem um dieſe Jahreszeit hoch im Norden oder Nordoſten der gefrorne Boden erſt aufthauet, folglich dazu ſehr viel Wärme verbraucht, und ſie daher zum Theil auch aus unſern Gegenden hierzu durch die Luft abholet. Tief im Herbſte hingegen iſt im übrigen der Fall umgekehrt, weil dann der Erdboden in den nördlichſten Ländern von Aſien und Europa erſt wieder völlig gefrieret, und uns den Ueberſchuſs der dadurch entbundenen, oder frei gemachten Wärme durch die Luft wieder zurück ſendet.

5.

Nach aller Erfahrung iſt warmes *Waſſer* flüſſiger, als kaltes, und ein ſiedend heiſser Waſſertropfen wiegt weniger als ein faſt eiskalter. Hieraus folgt, daſs die Cohärenz der kleinſten Theile des Waſſers durch die verſtärkte Wärme ebenfalls geſchwächt wird. Nun vermindert ſich aber, beſonders bei hohen Temperaturen, die Cohärenz der Waſſertheile weit geſchwinder und ſtärker, als die Cohärenz der Queckſilbertheile, wenn in beiden das Wachsthum der Wärme gleichen Schritt hält. Mithin zeigt ein Queckſilberthermometer das eigentliche Wachs-

ſich nicht einmahl von ſelbſt ein wenig auflockern oder ausdehnen, ohne die dazu nöthige Wärme andern ſie berührenden Materien zu entziehen, oder verdichten, ohne ihre überflüſſige Wärme andern ſie berührenden Materien wieder mitzutheilen, wenn nämlich in beiden Fällen die Gravitation ihrer kleinſten Theile indeſſen ungeändert bleibt. Auf Erden werden aber, im Ganzen genommen, eben ſo viele tropfbar-flüſſige Materien in gasförmige, als gasförmige in tropfbar-flüſſige, feſte in flüſſige, als flüſſige in feſte verwandelt, und die ausgedehnten eben ſo oft und eben ſo ſtark zuſammen gezogen, als die zuſammen gezogenen ausgedehnt. Der Erdball behält daher auch in Hinſicht auf den Wärmewechſel der tropfbar-flüſſigen und feſten Materien, im Ganzen genommen, ſtets einerlei Wärmequantität.

Wenn jedoch in einem groſsen, vormahls wüſten und öden Lande, durch reichliche Bevölkerung und gute Kultur des Bodens, weit mehr Naturprodukte von allerlei Art erzeugt und groſs gezogen, als zerſtört und aufgelöſet werden; ſo muſs die Wärme der Atmoſphäre über dieſem Lande freilich mehr wachſen, als abnehmen. Daher kömmt es wohl auch, daſs das Klima derjenigen Länder, die ehemahls groſse Wüſteneien geweſen ſind, in der Folge durch die immer höher getriebene Kultur des Bodens und immer vergröſserte Bevölkerung deſſelben, merklich milder geworden iſt, als es vorher war. Sollte alſo etwa Sibirien einſt auch noch europäiſche Kultur und Bevölkerung erhalten, und ſollte dann dieſes groſse Land etwa weit mehr Na-

nicht völlig zu entſprechen. Es wurden mit Waſſer von 48° F. Wärme, bei einer gleichen Wärme der Luft, gemiſcht gleiche Theile Waſſer von 158°, 152°, 110° Wärme. Dieſes hätte geben ſollen Waſſer von 103°, 100°, 79° Wärme. Ich erhielt aber 110°, 105°, 80°. Waſſer von 100 und weniger Graden, mit Waſſer von 48° zu gleichen Theilen vermiſcht, gab mir jedoch immer das richtige arithmetiſche Mittel, in ſo fern man ſehr kleine Theile eines Grades nicht füglich mehr unterſcheiden kann. Da ich das minder warme Waſſer zu dem mehr warmen gegoſſen habe, ſo könnte es ſcheinen, als habe das Gefäſs dem kältern Waſſer ein wenig zu viel Wärme ertheilt. Dieſes widerlegt indeſs folgender Verſuch. Ich füllte das Gefäſs, welches aus dünnem Bleche beſtand und 24 Loth wog, erſt mit ſiedendem, hernach mit 48° warmen Waſſer ganz voll. Von jenem wurde es faſt augenblicklich ſo heifs, daſs ich es mit einem dicken Tuche anfaſſen muſste, um das heifse Waſſer geſchwind wieder auszugieſsen, und es eben ſo geſchwind mit 48° warmen Waſſer wieder voll zu füllen. Dennoch ſtieg nun das eingeſenkte Thermometer von 48° nur bis 49°,5, folglich nur um 1°,5. Bei den erwähnten Verſuchen machten aber beide Waſſermengen zuſammen genommen das Gefäſs nicht nur bei weitem nicht voll, ſondern die Wärme des zuerſt eingefüllten wärmern Waſſers war auch in allen Fällen bei weitem der Siedehitze nicht gleich, weſshalb die Wirkung der ein wenig zu groſsen Wärme

des

des Gefäfses in diefen Verfuchen gewifs ganz unmerklich und unmefsbar hat werden müffen.

6.

Das *Refultat* diefes Auffatzes ift, dafs man, um die Phänomene des Wärmewechfels zu erklären, keines befondern Wärmeftoffs bedarf, deffen Exiftenz ohnehin mit mancherlei fehr grofsen Schwierigkeiten verknüpft ift. Man darf nämlich nur annehmen, dafs die pofitive Wärme nichts weiter ift, als die pofitive ofcillirende Ausdehnung der wirklich ponderabeln und allen Menfchen in die Sinne fallenden Materien, fo wie die negative nichts weiter als die ofcillirende Zufammenziehung folcher Materien, in fo fern nämlich die Maffen derfelben dabei weder vermehrt noch vermindert werden. Man mufs dabei nur den Satz ftets vor Augen haben, dafs die bald gröfsere, bald kleinere Ausdehnung der in mancherlei Art verfchiedenen Materien, welche zu einerlei Wärmeenergie gehört, von der bald ftärkern, bald fchwächern Cohäfion und Gravitation ihrer Theile abhängt.

Frankfurt an der Oder den 20ften April 1807.

Wünfch.

nicht völlig zu entſprechen. Es wurden mit Waſſer von 48° F. Wärme, bei einer gleichen Wärme der Luft, gemiſcht gleiche Theile Waſſer von 158°, 152°, 110° Wärme. Dieſes hätte geben ſollen Waſſer von 103°, 100°, 79° Wärme. Ich erhielt aber 110°, 105°, 80°. Waſſer von 100 und weniger Graden, mit Waſſer von 48° zu gleichen Theilen vermiſcht, gab mir jedoch immer das richtige arithmetiſche Mittel, in ſo fern man ſehr kleine Theile eines Grades nicht füglich mehr unterſcheiden kann. Da ich das minder warme Waſſer zu dem mehr warmen gegoſſen habe, ſo könnte es ſcheinen, als habe das Gefäſs dem kältern Waſſer ein wenig zu viel Wärme ertheilt. Dieſes widerlegt indeſs folgender Verſuch. Ich füllte das Gefäſs, welches aus dünnem Bleche beſtand und 24 Loth wog, erſt mit ſiedendem, hernach mit 48° warmen Waſſer ganz voll. Von jenem wurde es faſt augenblicklich ſo heifs, dafs ich es mit einem dicken Tuche anfaſſen muſste, um das heifse Waſſer geſchwind wieder auszugieſsen, und es eben ſo geſchwind mit 48° warmen Waſſer wieder voll zu füllen. Dennoch ſtieg nun das eingeſenkte Thermometer von 48° nur bis 49°,5, folglich nur um 1°,5. Bei den erwähnten Verſuchen machten aber beide Waſſermengen zuſammen genommen das Gefäſs nicht nur bei weitem nicht voll, ſondern die Wärme des zuerſt eingefüllten wärmern Waſſers war auch in allen Fällen bei weitem der Siedehitze nicht gleich, weſshalb die Wirkung der ein wenig zu groſsen Wärme

des

Er erhitzte gepulverten *Schwefelkies* in einem mit Kohlengeſtübe ausgeſchlagenen und überdeckten Tiegel eine Stunde lang vor dem Gebläſe, und fand alsdann eine Maſſe, von der er ſagt, „ſie ſey dem Anſcheine nach vollkommen geſchmolzen geweſen, und habe noch $\frac{2}{3}$ des in dem natürlichen Kieſe befindlichen Schwefels, und noch alle Charaktere eines Schwefelkieſes enthalten.“ *)

Kupferkies in einem eingeſchloſſenen Raume erhitzt, verliert nur ſehr wenig Schwefel; und ihn giebt das Schwefeleiſen des Kieſes her. **)

Als in einer Retorte 30 Grammes *Bleiglanz* 2 Stunden lang mäſsig, und dann 2 Stunden lang heftiger erhitzt wurden, bis der Bleiglanz und die Retorte anfingen zu ſchmelzen, blieb die Maſſe vollkommen metalliſch glänzend, ohne ein Atom Blei, und es hätte ſich nur ſo wenig Schwefel verflüchtigt, daſs es unmöglich war, ihn zu ſammeln und zu wiegen. Der Bleiglanz war zuſammen gebacken, und die Hitze hätte alſo völlig ausgereicht, um durch Röſtung allen Schwefel abzuſcheiden. Gepulverter Bleiglanz in einem mit Kohlengeſtübe ausgeſchlagenen und mit Kohlenſtaub zugedeckten Tiegel vor

*) Nach Prouſt's Erfahrungen verwandelt ſich der Schwefelkies, (das Schwefeleiſen im *Maximo*,) bei Erhitzung in einem eingeſchloſſenen Raume, in Schwefeleiſen im *Minimo*, (in Magnetkies,) und der Schwefelgehalt nimmt dabei um 40 Procent ab. Vergl. *Annalen*, XXV, 56. *Gilb.*

**) Vergl. *Annalen*, XXV, 164 f. *Gilb.*

dem Gebläſe erhitzt, gab eine gut gefloſſene Maſſe, die dem *Bleiſteine* der Hüttenwerke ähnlich, und nur in einigen Theilen etwas dehnbar geworden war. Sie hatte 27 Procent an Gewicht verloren, welches der Verf. verflüchtigten Theilen Bleiglanz zuſchreibt, und enthielt der Analyſe zu Folge noch $\frac{3}{7}$ ihres Schwefels, hatte alſo nur 6 Procent ihres Gewichts an Schwefel verloren.

2.

Weit wirkſamer, als in allen dieſen Fällen, zeigt ſich die Hitze, wenn man ſie *unter freiem Zutritte der Luft* auf die Schwefel-Metalle wirken läſst, wie das bei dem *Röſten* derſelben, ſowohl im Kleinen unter der Muffel, als im Groſsen in den Hüttenwerken, in der Abſicht, um ſie zu entſchwefeln, geſchieht. Fälſchlich glaubte man bisher faſt allgemein, die bloſse Hitze ſey hierbei das Hauptagens. „Da die vorigen Bemerkungen", ſagt der Verfaſſer, „gezeigt haben, wie unfähig die Hitze iſt, im verſchloſſenen Raume die Schwefel-Metalle zu zerſetzen, ſo muſs man nothwendig dem *Sauerſtoffe* der atmoſphäriſchen Luft den gröſsten Antheil an der Entſchwefelung der Metalle durch das Röſten zuſchreiben. Dafür ſpricht ſchon die groſse Verwandtſchaft des Schwefels und der Metalle zum Sauerſtoffe; die chemiſche Analyſe der Produkte der Röſtung, und die ganze Art, wie dieſer Prozeſs geleitet wird, dienen dafür als Beweiſe." Es iſt eine Zerſetzung der Schwefel-Metalle durch die vereinte Wirkung der Luft und der Wärme. Die Erze dürfen dabei

nicht ſchmelzen, weil ſonſt die Luft nur auf ihre Oberfläche wirken und dieſe ſich bald mit Oxyd überziehen würde. Endlich wirken die Verwandtſchaften der im Röſten entſtehenden Metalloxyde und Säuren, zur Abſcheidung des Schwefels durch das Röſten und auf die entſtehenden Produkte der Röſtung mit, welche gewöhnlich eine Mengung von Oxyd, ſchwefelſaurem Metall und Schwefel-Metall enthalten. Dieſes iſt das Allgemeine, welches aus den folgenden Unterſuchungen über das Detail des Röſtens verſchiedener Arten von Schwefel-Metallen hervor geht, deren Natur die Reſultate bedeutend modificirt.

A. *Röſtung der Kupfererze.* Die *Kupfererze* werden über Holz aufgehäuft, auf eine Art, daſs ſie möglichſt lange brennen. Die erſte Hitze ſcheidet einen Theil des Schwefels ab, der ſich ſublimirt und ſich auffangen läſst; nachher iſt es der Schwefel ſelbſt, der brennt. Er verwandelt ſich dabei in ſchwefligſaures Gas, deſſen groſse Elaſticität es verhindert, daſs dieſe Säure ſich nicht mit den entſtehenden Metalloxyden verbindet. Aller Sorgfalt ungeachtet, mit der man das Brennen zu mäſsigen ſucht, bildet ſich doch immer zugleich Schwefelſäure, und dieſe vereinigt ſich mit den Eiſen- und Kupferoxyden; das ſchwefelſaure Eiſen wird aber zum Theil wieder zerſetzt, indem das Eiſen ſich ſtärker oxydirt. — Gerade dieſelbe Bewandtniſs hat es mit dem Röſten der *Schwefelkieſe.*

Beim Röſten der Kupfererze in einem *Reverberirofen* zeigen ſich gerade dieſelben Phänomene.

In dieſen Oefen ſollte der Schwefel ſich noch weit vollſtändiger abſcheiden laſſen. Wenn das nicht geſchieht, ſo iſt daran vermuthlich das Zuſammenbacken des Schwefel-Kupfers durch die Hitze Schuld, welche der in Menge ſchnell verbrennende Schwefel entwickelt.

In den *Fahluner Oefen*, welche Jars im dritten Theile ſeiner metallurgiſchen Reiſen, (*tome* 3, p. 55,) beſchreibt, werden Kupferkieſe zugleich geſchmelzt und bis auf einen gewiſſen Punkt geröſtet. Dieſe Oefen haben im Innern einen Herd, in welchem ſich das Produkt der Schmelzung von 24 oder von 48 Stunden anſammelt, und in welchem der Schwefel ſich abſcheidet, oder vielmehr verbrennt. Die Luft aus dem Gebläſe ſtreicht über die Oberfläche der geſchmolzenen Maſſe mit ſo viel Stärke weg, daſs ſie die Schlacken wegtreibt und einen Theil des an der Oberfläche befindlichen Schwefels verbrennt. Auch das Eiſen oxydirt ſich hierbei, und man ſetzt Quarz hinzu, um es zu verglaſen, immer mehr, ſo wie die Röſtung weiter geht. Die gröſste Kunſt des Schmelzers beſteht, nach Schwedenborg, (*de Cupro*, p. 22,) darin, *ut lapidem ſilicum iuſto tempore et modo ſciat offerre.* Dieſes iſt die ſehr einfache Theorie der Fahluner Concentrationsarbeit, welche Herrn Jars ſo ſehr auffiel. Dieſer Prozeſs iſt vielleicht der einzige, in welchem Schwefel und Eiſen ſich zugleich in ſo groſser Menge abſcheiden laſſen.

nicht ſchmelzen, weil ſonſt die Luft nur auf ihre Oberfläche wirken und dieſe ſich bald mit Oxyd überziehen würde. Endlich wirken die Verwandtſchaften der im Röſten entſtehenden Metalloxyde und Säuren, zur Abſcheidung des Schwefels durch das Röſten und auf die entſtehenden Produkte der Röſtung mit, welche gewöhnlich eine Mengung von Oxyd, ſchwefelſaurem Metall und Schwefel-Metall enthalten. Dieſes iſt das Allgemeine, welches aus den folgenden Unterſuchungen über das Detail des Röſtens verſchiedener Arten von Schwefel-Metallen hervor geht, deren Natur die Reſultate bedeutend modificirt.

A. *Röſtung der Kupfererze.* Die *Kupfererze* werden über Holz aufgehäuft, auf eine Art, daſs ſie möglichſt lange brennen. Die erſte Hitze ſcheidet einen Theil des Schwefels ab, der ſich ſublimirt und ſich auffangen läſst; nachher iſt es der Schwefel ſelbſt, der brennt. Er verwandelt ſich dabei in ſchwefligſaures Gas, deſſen groſse Elaſticität es verhindert, daſs dieſe Säure ſich nicht mit den entſtehenden Metalloxyden verbindet. Aller Sorgfalt ungeachtet, mit der man das Brennen zu mäſsigen ſucht, bildet ſich doch immer zugleich Schwefelſäure, und dieſe vereinigt ſich mit den Eiſen- und Kupferoxyden; das ſchwefelſaure Eiſen wird aber zum Theil wieder zerſetzt, indem das Eiſen ſich ſtärker oxydirt. — Gerade dieſelbe Bewandtniſs hat es mit dem Röſten der *Schwefelkieſe.*

Beim Röſten der Kupfererze in einem *Reverberirofen* zeigen ſich gerade dieſelben Phänomene.

gen, welche ſich dabei zeigen, alle erklären zu können.

Beim Röſten *im Kleinen* in einem Scherben iſt es bei aller Sorgfalt unmöglich, allen Schwefel in ſchwefligſaures Gas zu verwandeln und das Entſtehen von Schwefelſäure zu vermeiden; immer erhält man Bleioxyd mit ſchwefelſaurem Blei gemengt.

Beim Röſten im Groſsen, in dazu eingerichteten *Röſthaufen*, entſteht noch ſehr viel mehr ſchwefelſaures Blei, und zwar deſto mehr, je höher die Wärme beim Röſten iſt, und je leichter die Luft den Haufen durchdringt. Ich glaube nach vielen Verſuchen, die in der *école des mines* angeſtellt ſind, daſs der geröſtete Schlich von *Pezey* $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ ſeines Gewichts an ſchwefelſaurem Blei enthält. Geſetzt daher auch, alles Schwefelblei ſey darin vollſtändig zerſetzt, ſo iſt doch durch die Röſtung nicht die Hälfte des Schwefels abgeſchieden, welche das Erz enthielt.

Reverberiröfen zeigen ſich beim Röſten des Bleiglanzes von ausnehmendem Vortheil. In einigen Hüttenwerken, z. B. zu Poullaouen in Bretagne, bringt man es ſelbſt dahin, den Schwefel in dieſen Oefen ſo vollſtändig vom Bleiglanze abzuſcheiden, daſs man nur, wenn man die Röſtung vollendet glaubt, Kohle hinzu zu fügen braucht, um ſogleich eine groſse Menge metalliſchen Bleies zu erhalten. Und doch iſt es kein Zweifel, daſs in dieſen Oefen ſchwefligſaures Blei in keiner geringern Menge, als beim Röſten in Haufen entſteht; das beweiſen ſchon

die Rauchfänge, welche ſich ganz damit belegen. Wird dieſes ſchwefelſaure Blei durch Kohlen zerſetzt, ſo entſteht aufs neue ein Schwefel-Blei, oder ein ſo genannter *Blei-Stein;* und wenn gleich dabei etwas Schwefel als ſchwefligſaures Gas entweichen kann, ſo bleibt es doch auf den erſten Anblick wunderbar, wie beim Zuſetzen von Kohle ſogleich eine Menge *Blei* zuſammen flieſsen kann.

Ich glaube hiervon die Urſache aufgefunden zu haben. Der noch unzerſetzte Bleiglanz zerſetzt das ſchwefelſaure Blei, und es bleibt daher zuletzt ein nur wenig vermengtes Bleioxyd zurück. Die folgenden Verſuche werden dieſes darthun.

Ich mengte mit einander 1 Theil pulveriſirten Bleiglanz und 3 Th. ſchwefelſauren Bleies, das auf naſſem Wege bereitet war, füllte ſie in eine Retorte, und gab allmählig Feuer. Als die Retorte roth glühte, entband ſich eine ziemlich bedeutende Menge ſchwefligſaures Gas; dieſes dauerte, bis nach einer Stunde die Retorte anfing zu ſchmelzen. Der Rückſtand war geſchmolzen geweſen, und beſtand aus einer Mengung von Bleioxyd und von ſchwefelſaurem Blei. Das ſchwefligſaure Gas hatte ich in Waſſer ſteigen laſſen, und ich überzeugte mich, daſs keine Schwefelſäure damit zugleich entwichen war.

Dieſer Verſuch beweiſt, daſs das ſchwefelſaure Bleioxyd durch das Schwefelblei zerſetzt wird, indem der Schwefel und das Blei des letztern ſich auf Koſten der Schwefelſäure des erſtern oxygeniren.

Das ſchwefligſaure Gas iſt ohne Zweifel ſo wohl Produkt der Oxygenirung des Schwefels, als der Entoxygenirung der Schwefelſäure, denn ich habe mich vergewiſſert, daſs kein Schwefelblei im Rückſtande übrig war.

Ich habe dieſe Zerſetzung noch zwei Mahl wiederhohlt, zuerſt in einer Retorte mit gleichen Theilen Bleiglanz und ſchwefelſauren Bleies, wobei mehr ſchwefligſaures Gas als zuvor entſtand, und eine Mengung von Bleioxyd und Schwefelblei zurück blieb; darauf in einem Tiegel mit 8 Grammes Bleiglanz und 14 Grammes ſchwefelſauren Bleies. Während der Tiegel glühte, ſchien die darin enthaltene Maſſe gleichſam zu kochen; erſt als ſie ganz ruhig floſs, wurde der Tiegel aus dem Feuer genommen. Ich fand in ihm zwei Maſſen, die ſehr beſtimmt getrennt waren: zu unterſt geſchmolzenes *Schwefelblei* ohne alle Beimengung von dehnbarem Blei; und zu oberſt eine Maſſe, welche alle Merkmahle des *Bleiglaſes* hatte, eine Verbindung von Bleioxyd mit Kieſelerde aus der Maſſe des Tiegels war, und keine Spur ſchwefelſauren Bleies zeigte. Dieſer Verſuch beweiſt, daſs auch das Blei des Bleiglanzes ſich auf Koſten der Schwefelſäure oxygenirt, lehrt aber noch nicht das Verhältniſs genau kennen, wornach ſich Bleiglanz und ſchwefelſaures Blei vollſtändig mit einander zerſetzen. Ich glaube indeſs, daſs 1 Theil des erſtern und 2 Theile des letztern ein Verhältniſs ſind, das der Wahrheit nahe kömmt;

auch giebt es ſo die Rechnung nahe, den Beſtandtheilen beider gemäſs.

Aus dieſen Thatſachen ergeben ſich folgende Folgerungen: 1. der Bleiglanz und das ſchwefelſaure Blei zerſetzen ſich gegenſeitig in einer hohen Temperatur; 2. dabei entbindet ſich eine groſse Menge ſchwefligſaures Gas, entweicht alſo eine groſse Menge des in dem Erze enthaltenen Schwefels; und 3. bleibt zurück, bei gehörig getroffenem Verhältniſſe, nichts als Bleioxyd, das, wenn dieſes Verhältniſs nicht getroffen worden iſt, entweder mit etwas ſchwefelſaurem Blei oder mit Bleiglanz gemengt iſt.

Dieſe Folgerungen laſſen ſich leicht auf das Röſten des Bleiglanzes in einem *Reverberirofen* übertragen. Hier die Theorie dieſer Operation, wie ich ſie mir denke. Der gepulverte Bleiglanz, (der ſo genannte *Schlich*,) womit die Soole des Ofens einige Zoll hoch überdeckt wird, und über deſſen Oberfläche die atmoſphäriſche Luft hinſtreicht, zeigt dieſelben Phänomene als die Röſtung in Haufen. Die Hitze verflüchtigt ſehr wenig Schwefel; die Luft verwandelt einen Theil des Schwefels, mit dem ſie in Berührung kömmt, in ſchwefligſaures Gas, welches entweicht, und einen andern beträchtlichen Theil in Schwefelſäure, die ſich ſogleich mit dem zugleich ſich bildenden Bleioxyde verbindet. Nun rührt man den Schlich um; das entſtandene ſchwefelſaure Blei wird mit dem unzerſetzten Schlich vermengt; beide zerſetzen ſich, und erzeugen dabei ſchwefligſaures

Das ſchwefligſaure Gas iſt ohne Zweifel ſo wohl Produkt der Oxygenirung des Schwefels, als der Entoxygenirung der Schwefelſäure, denn ich habe mich vergewiſſert, daſs kein Schwefelblei im Rückſtande übrig war.

Ich habe dieſe Zerſetzung noch zwei Mahl wiederhohlt, zuerſt in einer Retorte mit gleichen Theilen Bleiglanz und ſchwefelſauren Bleies, wobei mehr ſchwefligſaures Gas als zuvor entſtand, und eine Mengung von Bleioxyd und Schwefelblei zurück blieb; darauf in einem Tiegel mit 8 Grammes Bleiglanz und 14 Grammes ſchwefelſauren Bleies. Während der Tiegel glühte, ſchien die darin enthaltene Maſſe gleichſam zu kochen; erſt als ſie ganz ruhig floſs, wurde der Tiegel aus dem Feuer genommen. Ich fand in ihm zwei Maſſen, die ſehr beſtimmt getrennt waren: zu unterſt geſchmolzenes *Schwefelblei* ohne alle Beimengung von dehnbarem Blei; und zu oberſt eine Maſſe, welche alle Merkmahle des *Bleiglaſes* hatte, eine Verbindung von Bleioxyd mit Kieſelerde aus der Maſſe des Tiegels war, und keine Spur ſchwefelſauren Bleies zeigte. Dieſer Verſuch beweiſt, daſs auch das Blei des Bleiglanzes ſich auf Koſten der Schwefelſäure oxygenirt, lehrt aber noch nicht das Verhältniſs genau kennen, wornach ſich Bleiglanz und ſchwefelſaures Blei vollſtändig mit einander zerſetzen. Ich glaube indeſs, daſs 1 Theil des erſtern und 2 Theile des letztern ein Verhältniſs ſind, das der Wahrheit nahe kömmt;

auch giebt es so die Rechnung nahe, den Bestandtheilen beider gemäfs.

Aus diesen Thatsachen ergeben sich folgende Folgerungen: 1. der Bleiglanz und das schwefelsaure Blei zersetzen sich gegenseitig in einer hohen Temperatur; 2. dabei entbindet sich eine grofse Menge schwefligsaures Gas, entweicht also eine grofse Menge des in dem Erze enthaltenen Schwefels; und 3. bleibt zurück, bei gehörig getroffenem Verhältnifs, nichts als Bleioxyd, das, wenn dieses Verhältnifs nicht getroffen worden ist, entweder mit etwas schwefelsaurem Blei oder mit Bleiglanz gemengt ist.

Diese Folgerungen lassen sich leicht auf das Rösten des Bleiglanzes in einem *Reverbirofen* übertragen. Hier die Theorie dieser Operation, wie ich sie mir denke. Der gepulverte Bleiglanz, (der so genannte *Schlich*,) womit die Soole des Ofens einige Zoll hoch überdeckt wird, und über dessen Oberfläche die atmosphärische Luft hinstreicht, zeigt dieselben Phänomene als die Röstung in Haufen. Die Hitze verflüchtigt sehr wenig Schwefel; die Luft verwandelt einen Theil des Schwefels, mit dem sie in Berührung kömmt, in schwefligsaures Gas, welches entweicht, und einen andern beträchtlichen Theil in Schwefelsäure, die sich sogleich mit dem zugleich sich bildenden Bleioxyde verbindet. Nun rührt man den Schlich um; das entstandene schwefelsaure Blei wird mit dem unzersetzten Schlich vermengt; beide zersetzen sich, und erzeugen dabei schwefligsaures

Wenn die bloſse Hitze die Schwefel-Metalle zu entſchwefeln vermöchte, ſo würde der obere Theil eines hohen Schachtofens zur Röſtung der Erze ſehr geſchickt ſeyn. Nicht nur iſt die Temperatur dort nicht allzu hoch, ſondern es iſt auch die Luft, ehe ſie bis zu demſelben durch den Ofen hinauf ſteigt, eines Theils ihres Sauerſtoffs beraubt, und daher kaum noch geſchickt, ſchwefelſaure Metalle, die ſich der Abſcheidung des Schwefels entgegen ſetzen, zu bilden. Allein dieſes verhält ſich ganz anders, und iſt eben dadurch ein Beweis mehr, daſs die bloſse Hitze nur ſehr wenig, der Sauerſtoff der Luft dagegen das meiſte zum Entſchwefeln der Schwefel-Metalle beiträgt.

In den niedrigen Oefen enthält die Luft, welche das friſch eingetragene Erz berührt, noch vielen Sauerſtoff, und das ſich bildende ſchwefligſaure Gas bleibt nicht lange der entoxydirenden Einwirkung der Kohlen ausgeſetzt. Sie taugen daher ſehr wohl zum Röſten. In den hohen Oefen erleidet dagegen das Erz in den obern Theilen des Schachtes nur eine ſehr unvollkommene Entſchwefelung, weil die Luft, die daſſelbe berührt, ſchon einen beträchtlichen Theil ihres Sauerſtoffs verloren hat. Das ſchwefligſaure Gas, welches im Innern des Ofens entſteht, wird gröſsten Theils wieder zerſetzt, indem es durch den ganzen mit Kohlen angefüllten Schacht hinauf ſteigen muſs, und dabei wird das Schwefel-Metall wieder erzeugt. Dieſes ſinkt allmählig tiefer in den Ofen hinab, und gelangt in den Herd erſt nach mehrmahliger Zerſet-

(*Jars*, t. 2, p. 330,) ſcheint mir das Schwefelblei durch das entſtehende ſchwefelſaure Blei zerſetzt zu werden. Man bedient ſich dieſer Oefen mit Vortheil bei dem Bergwerke zu Pezey, um den geröſteten Bleiglanz zu verſchmelzen, der wenigſtens $\frac{1}{4}$ ſeines Gewichts an ſchwefelſaurem Blei enthält. Er giebt zuletzt keinen *Stein*, (*Lelievre* im *Journ. des Mines*, t. 19,) welches ein Beweis iſt, daſs in ihm das ſchwefelſaure Blei zerſetzt und der Schwefel daraus abgeſchieden wird. Und dieſes ſcheint mir hauptſächlich dadurch bewirkt zu werden, daſs ein Theil durch die Kohle in Schwefelblei verwandelt wird, und dann das übrige zerſetzen hilft. Giebt der ſchottiſche Ofen *Stein*, ſo trägt man ihn ſogleich wieder in den Ofen ein, und das Schwefelblei, welches das erſte Mahl unzerſtört blieb, wird beim zweiten Durchſetzen zerſetzt.

C. *Von der Röſtung in Oefen überhaupt.* Wir haben hier zweier Oefen erwähnt, in welchen die Schwefel-Metalle eine wahre Röſtung erleiden: des Fahluner Kupferofens und der ſchottiſchen Bleiöfen. Es iſt in allen Hüttenwerken bekannt, daſs dieſes in andern Oefen um ſo weniger der Fall iſt, je höher ſie ſind; die höchſten geben den meiſten *Stein*. So z. B. hat man in Pezey bemerkt, daſs das geröſtete Bleierz, in der letzten Arbeit in den ſchottiſchen Oefen gar keinen, dagegen in einem Schachtofen durchgeſchmelzt, ſehr vielen *Stein* giebt.

ſen ausgemacht eine viel gröſsere Verwandtſchaft zum Schwefel hat, als das Kupfer, ſo, hoffte ich, würde das Schwefel-Kupfer ſich durch Eiſen, wenigſtens in gewiſſen Fällen, zerſetzen laſſen. Die folgenden Verſuche haben aber dieſe Vermuthung widerlegt.

Ich rieb 10 Grammes ſchwefelhaltigen Kupfererzes (*de cuivre piriteux*), deſſen Zuſammenſetzung mir bekannt war, mit 4,3 Gr. Eiſenfeile zuſammen, als ſo viel die Rechnung als nöthig gab, um allen Schwefel zu ſättigen, that ſie in einen Tiegel, überſchüttete ſie mit Kohlenſtaub, und erhielt ſie $\frac{3}{4}$ St. lang vor dem Gebläſe. Es fand ſich in dem Tiegel eine völlig homogene Maſſe, die 13,1 Gr. wog, und weder *das kleinſte Kügelchen metalliſchen Kupfers*, noch irgend ein Anzeichen der Trennung in Schwefel-Eiſen und Schwefel-Kupfer enthielt. Wenn bei der Zerſetzung des Bleiglanzes durch Eiſen, des Eiſens zu wenig zugeſetzt wird, zeigen ſich 3 deutlich von einander getrennte Subſtanzen: Blei, Schwefel-Blei und zu oberſt Schwefel-Eiſen.

Einen zweiten Verſuch machte ich mit 10 Gr. friſchen und 5 Gr. geröſteten ſchwefelhaltigen Kupfererzes, einer Mengung, welche dem gewöhnlichen Einſatz in den hohen Oefen, welche *Stein* geben, ähnlich iſt. Dieſem ſetzte ich ſo viel Eiſen zu, als nöthig war, ſich mit allem Schwefel zu verbinden, der ſich in groſser Menge bei dem Kupfer befand. Nach einem Feuer von $\frac{3}{4}$ Stunden fand ich wie-

zung und Wiedererzeugung, bei denen ein bedeutender Verluſt an Metall Statt finden muſs, wie man ihn in der That auch wahrnimmt.

Alle dieſe vereinigten Thatſachen ſcheinen daran gar keinen Zweifel zu laſſen, daſs die Zerſetzung der Schwefel-Metalle durch Röſtung, durch die Oxygenation ihrer Beſtandtheile bewirkt wird, und daſs der Schwefel dabei mehr oder minder vollſtändig als ſchwefligſaures Gas abgeſchieden wird.

3.

Entſchwefelung der Metalle durch andere Materien als die Luft. Man hat hierzu ſich bisher nur zweier Materien, des *Kalkes* und des *Eiſens*, im Groſsen bedient. Das geſchieht z. B. bei der Reduction des *Queckſilbers* aus Zinnober. Man ſetzt Kalk oder Eiſen, oder beide zugleich zu; ſie halten den Schwefel zurück, und das Queckſilber verflüchtigt ſich in der Hitze und wird überdeſtillirt. Zum Gelingen einer ſolchen Operation iſt es nicht hinlänglich, daſs der zugeſetzte Körper eine gröſsere Verwandtſchaft zum Schwefel hat, als das zu entſchwefelnde Metall; die entſtehende Schwefelverbindung muſs auch leicht ſchmelzbar ſeyn, und nicht etwa mit dem Metalle in eine dreifache Verbindung treten, wie das nicht ſelten der Fall iſt.

Die *ſchwefelhaltigen Kupfererze* werden an einigen Orten mit *Kalk* in Schacht- oder in Flammöfen geſchmelzt; dieſer Prozeſs iſt indeſs im Detail noch zu wenig bekannt, als daſs ſich über die Wirkſamkeit deſſelben urtheilen lieſse. Da das *Ei-*

ſen ausgemacht eine viel gröſsere Verwandtſchaft zum Schwefel hat, als das Kupfer, ſo, hoffte ich, würde das Schwefel-Kupfer ſich durch Eiſen, wenigſtens in gewiſſen Fällen, zerſetzen laſſen. Die folgenden Verſuche haben aber dieſe Vermuthung widerlegt.

Ich rieb 10 Grammes ſchwefelhaltigen Kupfererzes *(de cuivre piriteux)*, deſſen Zuſammenſetzung mir bekannt war, mit 4,3 Gr. Eiſenfeile zuſammen, als ſo viel die Rechnung als nöthig gab, um allen Schwefel zu ſättigen, that ſie in einen Tiegel, überſchüttete ſie mit Kohlenſtaub, und erhielt ſie ¾ St. lang vor dem Gebläſe. Es fand ſich in dem Tiegel eine völlig homogene Maſſe, die 13,1 Gr. wog, und weder *das kleinſte Kügelchen metalliſchen Kupfers*, noch irgend ein Anzeichen der Trennung in Schwefel-Eiſen und Schwefel-Kupfer enthielt. Wenn bei der Zerſetzung des Bleiglanzes durch Eiſen, des Eiſens zu wenig zugeſetzt wird, zeigen ſich 3 deutlich von einander getrennte Subſtanzen: Blei, Schwefel-Blei und zu oberſt Schwefel-Eiſen.

Einen zweiten Verſuch machte ich mit 10 Gr. friſchen und 5 Gr. geröſteten ſchwefelhaltigen Kupfererzes, einer Mengung, welche dem gewöhnlichen Einſatz in den hohen Oefen, welche *Stein* geben, ähnlich iſt. Dieſem ſetzte ich ſo viel Eiſen zu, als nöthig war, ſich mit allem Schwefel zu verbinden, der ſich in groſser Menge bei dem Kupfer befand. Nach einem Feuer von ¾ Stunden fand ich

wie-

VII.

Ueber die wahre Höhe eines von Herrn Juſtizrath Schröter *beobachteten Mondgebirges,*

von

H. W. Brandes

zu Eckwarden.

Herr Schröter führt in ſeinen ſelenotopographiſchen Fragmenten eine Beobachtung eines über den Mondrand hervor ragenden Berges an, der in der Nachtſeite des Mondes, ziemlich weit von der Lichtgränze lag und erleuchtet war, und er ſucht aus dieſer Beobachtung die Höhe des Berges zu beſtimmen. Die Berechnung, welche Herr Schröter führt, beruht auf der Vorausſetzung, daſs der Berg wirklich in der Randfläche lag, und er ſelbſt bemerkt mit Recht, §. 81, daſs dieſe Rechnung nur unſichere Reſultate giebt. Es ſcheint daher nicht unwichtig, die Sache etwas allgemeiner zu betrachten.

Es ſey *ADBE*, (Fig. 2, Taf. IV,) der Rand der für uns ſichtbaren Mondfläche, da denn die nach dem Auge des Beobachters gezogenen Linien ſenkrecht auf der Ebene dieſer Kreisfläche ſtehn, (indem man auf die geringe Abweichung der Parallelität der Geſichtslinien eben nicht zu ſehen braucht). *AFB* ſey

die Lichtgränze, welcher an der uns unſichtbaren Seite des Mondes die Lichtgränze AfB entſpricht. Endlich ſey H eine über den nächtlichen Mondrand hervor ragende noch erleuchtete Bergſpitze. Da man nicht weiſs, ob dieſer Berg gerade in der Randfläche, oder diesſeits, oder jenſeits derſelben liegt, ſo ſind die gegebenen Stücke nicht hinreichend, um die wahre Höhe des Berges vollſtändig zu beſtimmen; aber es läſst ſich angeben, wie hoch der Berg *wenigſtens* ſeyn muſs, um uns ſo zu erſcheinen.

Ich ſtelle mir durch die Bergſpitze H eine Ebene GLg ſenkrecht auf die Linie der Hörner AB gelegt vor, und nehme den Abſtand HL ſo wohl, als den Bogen AL als bekannt an. Da nun aus AL auch ML oder der ſcheinbare, und folglich auch der wahre Halbmeſſer des Kreiſes GLg bekannt iſt, ſo läſst ſich mit Hülfe der dritten Figur die Betrachtung auf folgende Weiſe fortſetzen. GLg ſey wieder eben jener Parallelkreis, in deſſen Ebene der Punkt H liegt, (ob wir gleich nicht wiſſen, ob er gerade im verlängerten Radius ML liege,) OHN ſey die Geſichtslinie, welche ſenkrecht auf MH iſt, und G, g ſind wieder die Gränzpunkte der in GPg erleuchteten Mondfläche. Es iſt nun ſehr leicht, eine Gleichung für die Lage des Punktes h zu finden, wo die Gränze des Mondſchattens die Linie OHN trifft. Da nämlich die Sonnenſtrahlen in der Ebene des Kreiſes $GPgL$ liegen, ſo iſt gh die Gränze des Schattens, und der Winkel $ghH = gML$ iſt bekannt, weil man die Breite der

erleuchteten Theile des Mondes meſſen kann, — oder weil man ihn auch aus ſeinem Abſtande von der Sonne kennt.

Man findet alſo $MQ = \frac{Mg}{\text{coſin. } gML}$,

alſo $QH = ML + LH - \frac{Mg}{\text{coſin. } gML}$,

u. $Hh = QH.\ \text{cot. } gML = MH.\ \text{cot. } gML - \frac{ML}{\text{ſin. } gML}$.

Hiermit iſt nun alles beſtimmt, was wir zu wiſſen verlangen. Liegt nämlich h diesſeits H nach O zu, ſo iſt keine geringere Höhe für den Berg möglich, als diejenige, welche man erhält, wenn der Berg wirklich in der Randfläche liegt. Fällt hingegen der Punkt h jenſeits H in k, (wie geſchehen würde, wenn RMr der Durchmeſſer der Lichtgränze wäre,) ſo iſt k der Punkt, wo die Bergſpitze liegen muſs, wenn man die Höhe ſo klein als möglich finden ſoll, und es läſst ſich nun die Höhe des Punkts k über der Mondfläche leicht berechnen.

Bei Herrn Juſtizrath Schröter's Beobachtung der *Leibnitziſchen Randgebirge* (§. 80, 81) war der ſcheinbare Halbmeſſer des Mondes $= 14' 50'' = 890''$, und $MH = 2' 40'' = 160''$; alſo, wenn ich den Halbmeſſer des Mondes $= 1$ ſetze, $HM = 0{,}179775$. Herr Schröter giebt den Abſtand LH nicht eigentlich an, aber nach der Zeichnung mag HK (Fig. 2) etwa 2 Sekunden betragen, und darnach iſt, weil $LH = \frac{KH \cdot HC}{MH}$;

$LH = 11{,}15$ Sekunden $= 0{,}0125281$, und $ML = 0{,}1672472$.

Endlich war bei der Beobachtung $gML = 43° 0'$; folglich $Hh = -0{,}0524447$, das iſt, h fiel jenſeits H nach N zu; und man hat nun die Entfernung des Punkts h vom Centro der Kugel

$= \sqrt{\{Hh^2 + MH^2 + CM^2\}} = \sqrt{\{1 + Hh^2 + MH^2 - ML^2\}}$, $= 1{,}0035427$.

Die Höhe des Berges betrug alſo wenigſtens $0{,}0035427$ des Mondhalbmeſſers, alſo, wenn man dieſen $= 885127$ Toiſen ſetzt, wenigſtens 3136 Toiſen $= 18816$ pariſer Fuſs.

Aber die Berghöhe muſste noch bedeutend gröſser ſeyn: denn 1. iſt die Vorausſetzung, daſs die den Rand treffenden Geſichtslinien auf der Ebene *ADBE* ſenkrecht ſind, nicht genau richtig; 2. muſste der noch erleuchtete Theil des Berges doch eine nicht ganz unbedeutende Gröſse haben, weil Schröter ihn ſonſt nicht hätte erkennen können: endlich brauchte 3. die Bergſpitze nicht genau in k zu liegen, ſondern lag wahrſcheinlich weiter nach N zu, und dann war der Berg ebenfalls höher.

Wegen des erſten Umſtandes kann man leicht eine genaue, wenigſtens hier völlig zureichende Correction anbringen. Der Winkel, den die Geſichtslinie mit HC in H macht, iſt $89° 45'$; man muſs alſo zu der Berghöhe noch ungefähr $\frac{1}{240} \cdot Hk = 0{,}0002185$ addiren, wodurch der Berg $= 0{,}0037612 = 3329$ Toiſen oder 19974 pariſer Fuſs wird.

Wie viel man deſswegen, weil nicht bloſs der äuſserſte Gipfel noch erleuchtet ſeyn konnte, hinzu thun müſſe, läſst ſich folgender Maſsen ſchätzen. Die Beobachtung wurde mit 161mahliger Vergröſserung angeſtellt. Da nun nach Seite 13 der ſelenotopogr. Fragmente bei 210mahl. Vergröſserung ein Gegenſtand von 900 Fuſs Durchmeſſer im Monde nur eben entdeckt, und bei 3700 Fuſs Durchmeſſer deutlich erkannt werden kann, ſo möchte ein ſo matt erleuchteter Berggipfel wohl nicht mit Sicherheit zu erkennen geweſen ſeyn, wenn er nicht wenigſtens 2000 Fuſs hoch noch erleuchtet war. Hiernach dürften wir alſo die Höhe des Berges nicht unter 22000 Fuſs anſchlagen. Dazu kömmt nun endlich, daſs ſein Gipfel doch wohl nicht genau in *k* lag, ſondern wahrſcheinlicher etwas entfernter, nach *N* zu, zum Beiſpiel in *l*. Aber dieſes kann nur wenig Unterſchied machen, wenn *kl* nicht ſehr anſehnlich iſt; denn geſetzt, *Hl* ſey = 0,053, ſo würde der Unterſchied noch keine 150 Fuſs betragen.

Aus dieſer Beobachtung läſst ſich alſo keine ſo ganz erſtaunliche Höhe dieſer Randgebirge folgern, ob ſie gleich allerdings ſehr viel höher ſeyn *könnten*, da *l* ganz unbeſtimmbar weit hinter *k* liegen kann.

VIII.

ZEITUNGSBERICHT

von einer neu entſtandenen Inſel.

(*Berl. Spen. Zeit. vom 23ſten Mai* 1807.)

„Den 17ten Mai 1807 um 1 Uhr Nachmittags, erhob ſich aus der Havel, 2 kleine Meilen von Berlin, in der Gegend zwiſchen dem Pichelsdorfer Werder und Pichelsdorf, etwas ſüdwärts, ungefähr 200 Fuſs vom Ufer des letztern, während eines mit Hagel vermiſchten Regens und Donnerwetters, ein kleines Eiland, etwa 50 Schritt lang und 12 bis 15 breit. Einige benachbarte Bewohner wollten während des Gewitters ein Getöſe gehört haben, nach welchem ſich ſogleich die kleine Inſel in dem Fluſſe gezeigt habe. Ihre Oberfläche iſt noch elaſtiſch und wird durchs Stampfen erſchüttert. Sie hat keine Spur von Vegetation, ſondern iſt mit Muſcheln und Schneckengehäuſen bedeckt; auch brachte ſie Fiſche mit aus dem Grunde empor. In einer geringen Entfernung von derſelben iſt das Waſſer ſehr tief. Die Stelle, wo ſie entſtand, wurde bisher von den Fiſchern der Sack genannt, wegen ihrer beträchtlichen Tiefe. Es lagen dort ſtarke Floſshölzer, die mit gehoben und ſeitwärts gedrückt wurden. Naturforſcher mögen nun die Urſachen, die bei dieſem Phänomene gewirkt haben, zu erklären ſuchen.“

Wie viel man deſswegen, weil nicht blos der äuſserſte Gipfel noch erleuchtet ſeyn konnte, hinzu thun müſſe, läſst ſich folgender Maſsen ſchätzen. Die Beobachtung wurde mit 161mahliger Vergröſserung angeſtellt. Da nun nach Seite 13 der ſelenotopogr. Fragmente bei 210mahl. Vergröſserung ein Gegenſtand von 900 Fuſs Durchmeſſer im Monde nur eben entdeckt, und bei 3700 Fuſs Durchmeſſer deutlich erkannt werden kann, ſo möchte ein ſo matt erleuchteter Berggipfel wohl nicht mit Sicherheit zu erkennen geweſen ſeyn, wenn er nicht wenigſtens 2000 Fuſs hoch noch erleuchtet war. Hiernach dürften wir alſo die Höhe des Berges nicht unter 22000 Fuſs anſchlagen. Dazu kömmt nun endlich, daſs ſein Gipfel doch wohl nicht genau in *k* lag, ſondern wahrſcheinlicher etwas entfernter, nach *N* zu, zum Beiſpiel in *l*. Aber dieſes kann nur wenig Unterſchied machen, wenn *kl* nicht ſehr anſehnlich iſt; denn geſetzt, *Hl* ſey = 0,053, ſo würde der Unterſchied noch keine 150 Fuſs betragen.

Aus dieſer Beobachtung läſst ſich alſo keine ſo ganz erſtaunliche Höhe dieſer Randgebirge folgern, ob ſie gleich allerdings ſehr viel höher ſeyn *könnten*, da *l* ganz unbeſtimmbar weit hinter *k* liegen kann.

concav waren, deutlich zu ſehen, und nun konnte er mit bloſsem Auge ohne Beſchwerde den kleinſten Druck leſen oder Federn ſchneiden. Seit der Zeit trug er, wenn er ausging oder ſeine gewöhnlichen Geſchäfte verrichtete, immer Hohlgläſer, und nahm ſie weg, wenn er leſen oder ſchreiben, oder ſonſt in der Nähe deutlich ſehen wollte.

Ich habe dieſen Verſuch wiederhohlt, und mich völlig davon überzeugt, daſs dieſe Angewöhnung von heilſamen Folgen ſeyn kann. Ich fing an mit No. 1, und ſchritt dann zu No. 2, durch die ich in kurzem ſehr gut ſehen konnte, und immer fand ich mein Auge erfriſcht und geſtärkt.

Das Auge hat die wunderbare Eigenſchaft, ſich nach der Entfernung des Gegenſtandes, und nach einer Menge von Umſtänden abzuändern, indem es deutlich zu ſehen beſtrebt iſt. Bedient ſich daher ein Weitſichtiger, der der Brillen bedarf, ſchwacher Hohlgläſer, ſo wirkt das Streben des Auges nach Deutlichkeit dahin, das Auge convexer zu machen; und fährt man im Gebrauche der Hohlgläſer fort, ſo nehmen wahrſcheinlich die Muskeln dieſes Organs die Gewohnheit an, in der erlangten Convexität zu bleiben. Vermittelſt hohler Gläſer läſst ſich dieſe Wirkung wahrſcheinlich allmählig verſtärken.

Iſt dieſes Raiſonnement richtig, ſo läſst ſich kaum zweifeln, daſs allzu Kurzſichtige dieſen Fehler durch den Gebrauch von Convexgläſern beim Leſen und Schreiben vermindern können.

IX.

Ein Mittel für Weitſichtige, des Gebrauchs der Brillen überhoben zu werden,

von

Egerton Smith
in Liverpool. *)

— — Bekanntlich werden die Augen mit zunehmenden Jahren flächer, und der Vereinigungspunkt der Strahlen von einem nahe liegenden Punkte fällt hinter die Netzhaut, wodurch Undeutlichkeit im Sehen entſteht. Um dieſem Uebel abzuhelfen, bedient man ſich convexer Gläſer, welche die Strahlen ſo zuſammen brechen, daſs ihr Vereinigungspunkt auf die Netzhaut kömmt. Der vor kurzem verſtorbene Herr Baldwin zu Preſcot, welcher in unſerer Gegend durch eine von Cheſter aus unternommene Luftreiſe bekannt iſt, hatte ein ſolches ſchwaches Geſicht, und bediente ſich anfangs ebenfalls einer Brille. Er kam auf den Gedanken, die Weitſichtigkeit werde ſich allmählig verlieren, und ſein Auge ſich zu einer andern Geſtalt bequemen müſſen, wenn er ſich an Hohlgläſer gewöhne. Der Verſuch entſprach ſeiner Erwartung völlig; er ſah ſich bald im Stande, mit Gläſern, die ſehr wenig

*) *Monthly Magazine*, Dec. 1806, p. 421. *Gilb.*

X.

PREISERTHEILUNG

des *Admiralitäts-Departements zu St. Petersburg.*

Da das kaiſerl. Admiralitäts-Departement über den Widerſtand der flüſſigen Körper eine vollkommenere Theorie zu haben wünſchte, als die bisher bekannte, ſo warf es im Jahre 1804 den 1ſten Jul., unter Verſprechung von 1000 holländ. Dukaten Belohnung, vermittelſt eines von der kaiſerl. Akademie der Wiſſenſchaften bekannt gemachten Programms, die Preisfrage auf: *wie man die Theorie der beiden Gelehrten Don Juan und Romé vervollkommnen, oder eine neue beſſere erfinden und ſelbige auf die Schiffsbaukunſt anwendbar machen könne?* In Folge dieſer Einladung liefen im verfloſſenen Jahre 1806 über dieſen Gegenſtand drei Abhandlungen ein, deren Deviſen folgende waren: 1. *Sit modus laſſo maris et viarum, militiaeque;* 2. *Praeſtat naturae voce doceri, quam ingenio ſuo ſapere;* und 3. eine Abhandlung mit einer ruſſiſchen Deviſe des Inhalts: England und Frankreich ſind unter einander einſtimmig. Nach Unterſuchung dieſer Abhandlungen fand das kaiſerl. Admiralitäts-Departement, daſs davon die erſte, unter der Deviſe: *Sit modus laſſo maris et viarum, militiaeque,* und die dritte, der aufgegebenen Frage kein Genüge leiſten; daſs hingegen die zweite unter der Deviſe: *Praeſtat naturae voce doceri, quam ingenio ſuo ſapere,* über dieſen Gegenſtand zwar keinen vollſtändigen Aufſchluſs gebe, weil die in ſelbiger als Grundlage angenommene Theorie weder auf Erfahrung, noch auf überzeugende Beweiſe hinlänglich gegründet, mithin auch nicht auf die

Man weiſs, daſs ſowohl die Kurzſichtigkeit als die Weitſichtigkeit durch Gewöhnung auch bei ganz geſunden Augen hervor gebracht werden kann: Uhrmacher, Kupferſtecher und andere, die ſehr in der Nähe ſcharf ſehen müſſen, werden allmählig kurzſichtig. Jäger dagegen und andere, die immer nur in die Ferne ſehen, werden endlich weitſichtig.

Alles das ſind Erfahrungen, welche für das artige von Hrn. Baldwin aufgefundene Mittel ſprechen, des läſtigen Gebrauchs der Brillen beim Arbeiten in der Nähe überhoben zu werden. Auch wird dadurch unſre Kenntniſs von der Natur des Auges auf eine intereſſante Weiſe vermehrt.

XI.

PREISVERTHEILUNG

der fürstl. Jablonowskyschen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig, am 25sten April 1807.

Ueber die *mathematische* Aufgabe: „Eine auf sichere „Versuche, eigene oder fremde, gegründete Theorie „des Stofshebers", (*Annalen*, XXIV, 414,) wurde der Preis, der in einem goldenen Medaillon, 24 Dukaten an Werth, besteht, einer Abhandlung zuerkannt, deren Verfasser der Bergkommissionsrath Busse, Professor an der Bergakademie zu Freiberg, ist.

Ueber die *physikalische* Preisfrage: „Ob die Voltai„sche Theorie alle Erscheinungen des Galvanismus er„kläre, da sie wenig oder gar keine Rücksicht auf Oxy„dirung der Leiter nimmt?" waren keine Schriften eingegangen.

Schriften, welche um die Preise konkurriren sollen, die für das jetzige Jahr ausgesetzt sind: auf eine beurtheilende Darstellung der Bemühungen, ein *allgemeines unveränderliches Maafs* aufzufinden; und auf die *Wärme und das Licht aus starker und schneller Zusammendrückung der gemeinen und künstlichen Luft*, (s. *Annalen*, XXIV, 415,) müssen vor Ende des Februars des Jahres 1808 an den Sekretär dieses Jahres, Herrn Prof. Hindenburg, eingesendet werden.

Schiffsbaukunst anwendbar, dass sie aber im übrigen nicht so sehr als die gewöhnlichen Theorieen zusammengesetzt sey, und doch dabei mehr bestimmtes als sie über diesen Gegenstand enthalte, auch in manchen Stücken die der Herren Romé und Don Juan übertreffe.

Für eine solche der Frage nicht vollkommene Genüge leistende Abhandlung konnte das kaiserl. Admiralitäts-Departement nicht die ganze Belohnung von 1000 Dukaten zugestehen, beschloss aber doch, 100 Dukaten, oder eine goldene Medaille von dem nämlichen Werthe, dem Verfasser derselben zu bestimmen, und das Werk nach dem Originale drucken zu lassen. Da nun diese Frage von dem kaiserl. Admiralitäts-Departement noch vor seiner völligen Errichtung, vermittelst der kaiserl. Akademie der Wissenschaften aufgeworfen war, so fand es das besagte Departement für gut, nach der von demselben getroffenen Verfügung, die kaiserl. Akademie der Wissenschaften von diesem seinem Entschluss zu benachrichtigen und ihr die eingelaufenen Abhandlungen mit der Bitte zuzusenden, dem kaiserl. Admiralitäts-Departement auch ihre Meinung darüber mitzutheilen. Aus der von ihr erhaltenen Antwort ergab es sich, dass die Meinung derselben mit dem oben angeführten völlig überein stimme. Hierauf hat das Departement in seiner gelehrten Versammlung den 15ten Febr. 1807 im Beiseyn Sr. Excellenz, des Herrn Gehülfen des Ministers des Seewesens, die den beiden nicht Genüge leistenden Abhandlungen beigefügten versiegelten Zettel der Gewohnheit gemäss, verbrannt, bei Eröffnung aber des Zettels mit der Devise: *Praestat naturae voce doceri, quam ingenio suo sapere*, gefunden, dass der Verfasser dieser Abhandlung der Prof. der Physik zu Upsal und Ritter des Polar-Stern-Ordens, Herr Zacharias Nordmark, sey.

XIII.

ANZEIGEN,

die Richter'ſchen Alkoholometer und Aräometer betreffend.

Von mehrern meiner Freunde und Bekannten veranlaſst, werde ich die zeither von dem verſtorbenen Herrn Dr. Richter gelieferten Alkoholometer und Aräometer aller Art und nach allen Angaben zum Gebrauche für Apotheker, Chemiſten und Fabrikanten, nach richtigen Grundſätzen und unter ähnlichen Bedingungen verfertigen. Perſonen, welche dergleichen Werkzeuge verlangen, werden ſich gütigſt in poſtfreien Briefen an mich wenden.

Dr. Tourte,

Prof. der Phyſik und Chemie an der königl. mediciniſch-chirurgiſchen Pepiniere zu Berlin.
Kupfergraben, No. 4 a.

Herr Aſſeſſor Dr. Richter, den uns der Tod geraubt hat, verfertigte die bisher einzigen vergleichbaren Alkoholometer mit ſeltener Mühſamkeit und Gewiſſenhaftigkeit. Hr. Dr. Oertel, ein Schüler und Freund des Verſtorbenen, der kurz vor deſſen Tode aus Paris zurück gekehrt war, hat ſich der verlaſſenen Sache angenommen, die nicht ohne Gefahr den Händen der bloſſen Mechaniker überlaſſen werden kann. Sein Alkoholometer verdient den Richter'ſchen Ruf und das Vertrauen des Publikums. In einem ſaubern und bequemen Futteral koſtet es 4 Rthlr. 12 Gr., und wenn es zugleich ein Reaumür'ſches Thermometer in ſich ſchlieſst, 6 Rthlr. 12 Gr. Die Verſendung hat er dem *techniſchen Büreau in Berlin*, Poſtſtraſse, No. 6., übertragen, an welches man ſich zu wenden hat. Dieſes neue Inſtitut iſt in ſeinem ökonomiſchen Theile unter ſtrenger merkantiliſcher Verwaltung eines redlichen Mannes, und in ſeinem wiſſenſchaftlichen Theile unter meiner Aufſicht und Leitung errichtet, und hofft bei dem bereits erworbenen Zutrauen ſeine Zwecke immer mehr zu erreichen.

Faulſtich.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, ACHTES STÜCK.

I.

Einige

KRITISCHE AUFSÄTZE

über die in München wieder erneuerten Verſuche mit Schwefelkies-Pendeln, Wünſchelruthen, u. d. m.

Vier Stellen aus ältern Schriften und eine aus einer neuern Schrift, als

EINLEITUNG.

Aeltere nenne ich die Schriften, denen die vier erſten Stellen angehören, in ſo fern in ihnen von galvani'ſcher Electricität geredet wird, und ſie vor etwas mehr als zehn Jahren gedruckt ſind; in dieſer Materie für viele ſo gut, als ein Jahrhundert. Als Einleitung ſetze ich die Stellen hierher, weil ſie in der Kürze die Geſchichte der Verſuche, die jetzt in München an der Tagesordnung ſind, beurkundet geben, und weil ſie den Leſer in den Stand ſetzen, ſelbſt zu beurtheilen, was an den wieder hervor gerufenen Wundern Neues iſt. *Gilbert.*

1.

(Aus Gehler's *phyſikaliſchem Wörterbuche, Supplementband*, Leipz. 1795, S. 340.) „Seit einigen Jahren reiſet in Italien ein gewiſſer Pennet umher, „deſſen Körper über dem unter der Erde verborgenen Waſſer und Metall in eine zitternde Bewegung „geräth, wobei ſich der Augenſtern erweitern, der „Pulsſchlag ſchneller werden, und ein Stäbchen von „Holz oder Eiſen ſich zwiſchen ſeinen Fingern von „ſelbſt herum drehen ſoll. Durch dieſes Talent giebt „er den Lauf unterirdiſcher Kanäle an, von denen „äuſserlich nicht die geringſte Spur zu bemerken iſt, „und entdeckt verborgene Gänge oder vergrabene Metalle mit groſser Genauigkeit. Er giebt ſogar die Tiefen an, die er nach der Stärke ſeines Gefühls und „nach der Weite beurtheilt, auf welche er ſich von dem „Hauptpunkte entfernen kann, ohne daſs das Gefühl „aufhört. Weil nun Metalle und Waſſer Leiter der Electricität ſind, ſo giebt Herr Thouvenel dieſem „Geſchäfte, das man ſonſt *Ruthengehn* nannte, den empfehlenderen Namen der *unterirdiſchen Electrometrie*. „Pennet hat ſeitdem ſeine Verſuche in Verona, in Gegenwart ſehr einſichtsvoller Männer, eines Grafen „Belladora, Grafen Gazola und des bekannten „Abts Fortis, wiederhohlt, deren Briefe darüber gedruckt ſind. *) Man hatte zwar die Verſuche mit „vieler Vorſicht angeſtellt, aber dennoch keinen Betrug

*) Nämlich zwei Briefe von den beiden letztern an den Grafen Belladora, und einen Brief von Thouvenel an den Grafen Gazola, unter dem Titel: *Eſperienze eſeguite da Pennet in Verona nel Meſe di Giuglio* 1793. *per* Dionigi Ramanzini. Verona 1793. 8. 50 S. Was man hier aus Gehler's Werke lieſt, iſt gröſsten Theils aus der Recenſion dieſer Schrift in der Allg. Lit.-Zeit., 1794. St. 385. entlehnt.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1807, ACHTES STÜCK.

I.

Einige

KRITISCHE AUFSÄTZE

über die in München wieder erneuerten Verſuche mit Schwefelkies-Pendeln, Wünſchelruthen, u. d. m.

Vier Stellen aus ältern Schriften und eine aus einer neuern Schrift, als

EINLEITUNG.

Aeltere nenne ich die Schriften, denen die vier erſten Stellen angehören, in ſo fern in ihnen von galvani'ſcher Electricität geredet wird, und ſie vor etwas mehr als zehn Jahren gedruckt ſind; in dieſer Materie für viele ſo gut, als ein Jahrhundert. Als Einleitung ſetze ich die Stellen hierher, weil ſie in der Kürze die Geſchichte der Verſuche, die jetzt in München an der Tagesordnung ſind, beurkundet geben, und weil ſie den Leſer in den Stand ſetzen, ſelbſt zu beurtheilen, was an den wieder hervor gerufenen Wundern Neues iſt. *Gilbert.*

Herr von Salis Marſchlins *der Jüngere* in das Deutſche übergetragen hat:*) doch nicht vollſtändig, (es ſollte noch ein zweites Bändchen folgen,) noch parteilos, da er die Gründe der Widerſacher theils weggelaſſen, theils zu einſeitig vorgeſtellt zu haben beſchuldigt wird. Hier einiges aus dieſer Schrift nach der ſehr zweckmäſsigen Anzeige in den *Göttinger gelehrten Anzeigen*, 1795, St. 95, und nach Voigt's *Magazin*, B. 10, St. 1, S. 144. I. *Theorie.* „Einige Perſonen", lehrt Thouvenel, „empfinden in einem gewiſſen „Grade alle ſo genannten Leiter, Verdichter und Erwe„cker der natürlichen unterirdiſchen Electricität, z. B. „Waſſeradern, Luftzüge, Erzlager, Schwefel- und pech„artige Lager, Metalle, Steinſalz, u. ſ. w. Die Gegen„wart dieſer Körper auf ſie äuſsert ſich: durch be„ſondere Empfindungen, Zuckungen, Veränderungen „der Geſichtszüge, Verdrehung der Augen, Erweite„rung der Pupille, ſelbſt Mittheilung des electriſchen „Schlags an Nebenſtehende, Veränderung des Pulſes und „der Wärme, Umdrehung**) von Ruthen aus Holz oder „Metall auf den Fingern, und beim Gebrauche der Iſo„latoren. Dieſe electriſche Fühlkraft, (oder minero„graphiſche Eigenſchaft, wie Thouvenel ſie nennt,) „trügt ſo wenig, als ein anderer Sinn, und dieſer ele-

Ragguagli dell' esperienze dell' electrometria eſeguita in Breſcia, Udine e Verona nell' a 1793. *Venet.* 1794. 8. etc. In der deutſchen Ueberſetzung derſelben, und ſo auch anderwärts, lautet der Anfang des Titels: *Réſumé des expériences d'électrometrie ſouterraine faites . . . .*

*) *Ueber unterirdiſche Electrometrie, nebſt einigen in Italien und in den Alpen vorgenommenen Verſuchen; aus dem Franzöſ. frei überſetzt, mit erläuternden Anmerkungen.* Zürich 1794. 130 S. 8.

**) *Wälzung* und *Umwälzung* ſind die Wörter, welche in den angeführten Auszügen überall ſtehn, wo von der Bewegung

„entdecken, oder zuverläſſig über die Sache entſchei-
„den können; man ſetzt alſo ſeine Hoffnung noch auf
„künftig anzuſtellende Verſuche. Ein Mahl hatte Pen-
„net das Unglück, daſs ihm ein Hauptverſuch gänz-
„lich fehl ſchlug. Allein Thouvenel entſchuldigt
„ihn in einem Briefe an den Grafen Gazola mit der
„ungünſtigen Beſchaffenheit der Atmoſphäre an ſelbigem
„Tage, an welchem man ſelbſt durch gute Maſchinen
„keine oder doch nur ſehr ſchwache Funken erhalten
„können. Fernere vorſichtige Verſuche müſſen über
„dieſe Sache entſcheiden, die ſich, wie unwahrſchein-
„lich ſie immer ſeyn mag, dennoch, da es auf That-
„ſachen ankömmt, ſo geradehin nicht ableugnen läſst."

2.

Hier zuerſt eine litterariſche Notiz. Von dem Dr. Thouvenel, (*de la faculté de médecine de Montpellier, Inſpecteur des eaux minérales de Lorraine etc.*, Verfaſſer mehrerer mediciniſcher Werke, und einiger gekrönten Preisſchriften,) hat man zwei ältere Schriften über die Wünſchelruthe, *) und eine neuere, welche unter zwei verſchiedenen Titeln angeführt wird, **) und die

*) 1. *Mémoire phyſ. et méd. montrant les rapports évidens entre les phénomènes de la baguette divinatoire, du magnétisme et de l'électricité. Lond. et Paris* 1780. 2. *Second Mémoire . . .* 1783, 8.

**) *Recueil de Mémoires concern. l'électricité organique,* (Galvani's Entdeckungen,) *et l'électr. minérale,* (die ſo genannte unterirdiſche Electrometrie,) *d'après les expériences faites en Italie et dans les Alpes depuis* 1789 *jusqu'en* 1792; *pour ſervir de ſuite aux Mémoires publiés en* 1780 *et* 1783 *ſur les rapports, qui exiſtent entre les phénomènes du magnétisme, de l'électricité et de la baguette divinatoire; ouvrage phyſique et polémique. Breſcia* 1792. gr. 8.; mit mehrern polemiſchen Fortſetzungen: *Nouvelles pièces relatives à l'électr. org. . . . . Vienne* 1793, 8. *Nuovi*

Herr von Salis Marſchlins *der Jüngere* in das Deutſche übergetragen hat: *) doch nicht vollſtändig, (es ſollte noch ein zweites Bändchen folgen,) noch parteilos, da er die Gründe der Widerſacher theils weggelaſſen, theils zu einſeitig vorgeſtellt zu haben beſchuldigt wird. Hier einiges aus dieſer Schrift nach der ſehr zweckmäſsigen Anzeige in den *Göttinger gelehrten Anzeigen*, 1795, St. 95, und nach Voigt's *Magazin*, B. 10, St. 1, S. 144. I. *Theorie.* „Einige Perſonen", lehrt Thouvenel, „empfinden in einem gewiſſen „Grade alle ſo genannten Leiter, Verdichter und Erwe„cker der natürlichen unterirdiſchen Electricität, z. B. „Waſſeradern, Luftzüge, Erzlager, Schwefel- und pech„artige Lager, Metalle, Steinſalz, u. ſ. w. Die Gegen„wart dieſer Körper auf ſie äuſsert ſich: durch be„ſondere Empfindungen, Zuckungen, Veränderungen „der Geſichtszüge, Verdrehung der Augen, Erweite„rung der Pupille, ſelbſt Mittheilung des electriſchen „Schlags an Nebenſtehende, Veränderung des Pulſes und „der Wärme, Umdrehung **) von Ruthen aus Holz oder „Metall auf den Fingern, und beim Gebrauche der Iſo„latoren. Dieſe electriſche Fühlkraft, (oder minero„graphiſche Eigenſchaft, wie Thouvenel ſie nennt,) „trügt ſo wenig, als ein anderer Sinn, und dieſer ele-

Ragguagli dell' esperienze dell' electrometria eſeguita in Breſcia, Udine e Verona nell' a 1793. *Venet.* 1794, 8. etc. In der deutſchen Ueberſetzung derſelben, und ſo auch anderwärts, lautet der Anfang des Titels: *Réſumé des expériences d'électrometrie ſouterraine faites . . . .*

*) *Ueber unterirdiſche Electrometrie, nebſt einigen in Italien und in den Alpen vorgenommenen Verſuchen; aus dem Franzöſ. frei überſetzt, mit erläuternden Anmerkungen.* Zürich 1794. 130 S. 8.

**) *Wälzung* und *Umwälzung* ſind die Wörter, welche in den angeführten Auszügen überall ſtehn, wo von der Bewegung

„etrische Sinn setzt auf ein Mahl ganz ungleiche Orga-
„ne in Bewegung. Er nimmt die unterirdischen Kör-
„per wahr, die sich senkrecht unter der Person befin-
„den, und entdeckt deren Tiefe durch Berechnung des
„Winkels der Seitenstrahlen der Atmosphäre des unter-
„irdischen Körpers. Eine Ruthe oder ein Stäbchen
„aus irgend einem Metalle, welches auf den Finger
„oder auf Hacken so gelegt wird, dass sie durch kei-
„nen mechanischen Stoss können bewegt werden, kom-
„men auf einigen Adern und Lagern in eine Umdre-
„hung von aussen nach innen, auf andern in die ent-
„gegen gesetzte von innen nach aussen; und auf ge-
„mischten in blosen Schwingungen. Diese beiden ent-
„gegen gesetzten Bewegungen der Wünschelruthe,
„entsprechen der Eintheilung in + und — E, in zu-
„und abfliesende, in Centripetal- und Centrifugal-
„Electricität. Umlaufen der Wünschelruthe und Er-
„schütterung der Muskeln treten immer mit einander
„ein. Je nachdem die senkrechte Electricität mehr oder
„minder stark war, drehte sich im Augenblicke der
„Erschütterung der Muskeln die Ruthe 2 oder 3 Mahl
„herum. Auf dem Standpunkte der senkrechten Strah-
„len wird das Gleichgewicht aufgehoben; auf dem
„Standpunkte der schiefen Strahlen, oder an den Grän-
„zen der Atmosphäre wieder hergestellt. Personen,

der Wünschelruthe die Rede ist. Ist damit ein wahres Wälzen gemeint, oder ein Drehen, und hat Herr von Salis nur *Rotation* durch Wälzung übersetzt? Da Herr Ritter in seinem Berichte ausdrücklich vom Drehen der Wünschelruthe spricht, sagt, dass sie zwei bis drei ganze Umdrehungen hinter einander machen könne, und damit die Bewegung seines Balanciers zusammen stellt, der sich gewiss nicht wälzt, sondern in horizontaler Ebene dreht, so habe ich hier und weiterhin *Umdrehung* gesetzt. Dass ich hierin die Wahrheit nicht verfehlt habe, dafür scheint auch die vorige Stelle aus Gehler zu sprechen.

„zu, die ungünſtig, gewitterhaft oder feucht war. Noch „wird in einer Note bemerkt, daſs viele Leute in der „Provence Pennet's Eigenſchaft, in der Erde ver„borgenes Metall oder Waſſeradern wahrzunehmen, be„ſitzen; auch in Biel habe ſie ein Mann beſeſſen. Schon „Franklin hat mit einem Hydrographen Verſuche „angeſtellt. Schade, daſs die Schreibart der Ueber„ſetzung die ohnehin dunkle Sache noch etwas mehr „zu verdunkeln ſcheint."

3.

(*Aus einem Briefe des Abts Fortis an den Abt Spallanzani über die Verſuche Pennet's im Königreiche Neapel, in Romagna und im Venetianiſchen.*) *)

„Ein Verſuch hat den Grafen Fantuzzi belehrt, „daſs es eine eigenthümliche Dispoſition in verſchiede„nen Perſonen giebt, welche den meiſten gänzlich ver„ſagt zu ſeyn ſcheint. Ich kannte noch nicht die Ein„wirkung der Metalle auf Schwefelkies, der in einer „geringen Entfernung von denſelben in der ihnen eig„nen Atmoſphäre, von einem Menſchen, an einem Fa„den hängend, gehalten wird. Ich ſah ſie zuerſt zu „Gualdo, wo ich ſie auch an mir ſelbſt beſtätigt fand. „Verſchlieſsen Sie in einer der Schiebladen ihres Schrei„betiſches unter der noch ſo dicken ſelbſt doppelten „Tiſchplatte, eine Summe Goldes oder Silbers, oder „irgend etwas das aus dieſen Metallen verfertigt iſt, „und ein gewiſſes Volumen hat. Nachdem Sie an ei„nen Faden von Flachs, Hanf oder Seide, (mit Wolle „habe ich es noch nicht verſucht,) einen von den „Schwefelkies-Würfeln, welche man gewöhnlich In-

*) Dieſe Stelle ſteht in dem folgenden Werke im italiäniſchen Originale abgedruckt, und iſt daraus hier überſetzt.

„im Königreiche Neapel, in Romagna und im Vene-
„tianiſchen. 3. Reiſe Thouvenel's mit Pennet
„durch Bündten, beſchrieben von Ulyſſes von Sa-
„lis Marſchlins, dem Vater des Ueberſetzers.
„Nicht alle Verſuche geriethen. 4. Bericht des D.
„Diethelm Lavater von den Verſuchen Pen-
„net's in Zürich. Dieſe Verſuche ſchienen günſtiger.
„Das Waſſer muſs flieſsen, wenn es entdeckt werden
„ſoll. 5. Auszug aus einem der Akademie zu Breſcia
„vorgelegten Bericht, über die mineralogiſche Topo-
„graphie des Breſcianiſchen. 6, 7. Brief des *Paters*
„Stella an Thouvenel. Die Ruthe dreht ſich um-
„gekehrt, wenn Pennet, indem er vermittelſt einer
„Kette unter dem Fuſse electriſch wird, ſich umkehrt.
„8. Verſuche zu Mailand und Louvino erzählt von
„Thouvenel. Auch Herr Prof. Tralles wird
„von Thouvenel als Zeuge über die Richtigkeit der
„Angabe der Waſſerleitungen durch Pennet genannt.
„Doch ſagt Thouvenel ſelbſt, daſs Pennet zu
„Mailand Metalle falſch angezeigt habe und zu Louvino
„nicht glücklicher geweſen ſey; vergrabene Eiſenmaſ-
„ſen fand er nicht, weil, wie Thouvenel ſagt, Ei-
„ſenadern ſich zu nahe gefunden haben ſollen. 9. Ver-
„ſuche zu Florenz nach einem zwiſchen Fontana und
„Thouvenel verabredeten Plan. Sonderbar iſt es
„immer, daſs bei den Verſuchen, bei denen Fonta-
„na ſelbſt zugegen war, es nicht recht glücken wollte;
„von 5 vergrabenen Maſſen errieth Pennet nur Eine,
„und unter 10 Mahl verirrte ſich Pennet mit der
„Wünſchelruthe 9 Mahl. Deſto beſſer ging es mit den
„Verſuchen, die der Ritter Gioeni beſorgte; der
„auch Thouvenel's Grundſätze treulich annimmt;
„ein Mahl errieth Pennet ſogar ein verſtecktes
„Schnupftuch. Daſs die Verſuche nicht alle Mahl ge-
„lingen wollen, ſchreibt Thouvenel der Witterung

Fol. m. m. L. XXVII. b

„Wenn der Verſtand um die Urſachen räthſelhafter „Erſcheinungen verlegen, und durch lange Gewohnheit „noch nicht in Gleichgültigkeit verfallen iſt, ſo greift „er, gleichſam ſpielend, zu den entfernteſten Analo„gieen, um aus ihnen Licht über das ſtreitige Problem „zu ziehen. Manipulation, Thouvenel's Erz- und „Waſſerſucher, das Drehen eines entblöſsten Degens „auf zwei Fingerſpitzen, das Kreiſen eines an einem „hanfnen Faden aufgehangenen Schwefelkieſes über „metallenen Platten, waren nie ſo ernſthafte Gegenſtän„de des Nachdenkens, als ſeitdem die galvani'ſchen „Verſuche von Italien her zu uns kamen. . . . . Weit „entfernt, von dem Speculiren über Dinge abzurathen, „deren Daſeyn eben ſo ſchwer zu erweiſen, als ihre „Unmöglichkeit ſchwer zu beſtreiten iſt, wünſche ich „nur, daſs man unparteiiſch und vorurtheilsfrei expe„rimentire, abgeänderte Verſuche wiederhohle und alle „Nebenumſtände betrachte. . . . Die Thatſachen, wel„che von Herrn Thouvenel's Wundermanne, der „ein lebendiges Hydroſkop, Anthrakoſkop und Metallo„ſkop vorſtellte, bekannt geworden ſind, müſſen, wenn „man ſie zergliedert, gerechtes Erſtaunen erregen. . . . „Das Experiment mit dem *Schwefelkieſe* ſetze ich in Eine „Klaſſe mit dem über das *Drehen des Degengefäſses*, wel„ches zwei Menſchen halten, und das ein Dritter, in deſ„ſen Atmoſphäre jene ſtehen, durch das Reiben der „Hand auf der entblöſsten Bruſt, ſich bald rechts, bald „links zu wenden zwingt. Wiederhohlte Verſuche ha„ben mich überzeugt, beides bis jetzt für Täuſchung „zu halten. Der Degen dreht ſich oft, ohne daſs man „ſich einer Bewegung bewuſst iſt, oder ohne daſs die „dritte Perſon zu reiben angefangen hat, und oft nach „der entgegen geſetzten Richtung, als die er nehmen „ſollte. Bei der Glätte der Berührungsfläche, dem Zit„tern in den Fingerſpitzen zweier Menſchen, deren

„eastein nennt, befestigt haben, so nehmen Sie das „Ende des z. B. 2 Fuss langen Fadens zwischen Daumen „und Zeigefinger, und führen Sie den herab hängenden „Schwefelkies über den Theil der Tischplatte, welcher „das edle Metall bedeckt, indess Sie sich von dem „Schreibetische so entfernt halten, dass Sie ihn mit kei„nem Theile Ihres Körpers berühren. Sehr bald wird, „wenn Sie die dazu nöthige Anlage haben, der Schwe„felkies anfangen, entweder in Kreisen, die immer grö„sser werden, umher zu laufen, oder in sehr schmalen „Ellipsen hin und her zu schwingen. In meiner Hand „geschah das letztere; in der des Grafen Fantuzzi „beschrieb er Kreise, die sich allmählig von 1 Zoll bis „2 Fuss Durchmesser erweiterten. Wenn Sie ihn dar„auf über einen Stein, ein Buch, oder über Holz füh„ren, oder wenn sie das edle Metall von seinem Orte „nehmen, so werden die Kreise des Schwefelkieses sich „wieder verengern, und er wird allmählig zur Ruhe „kommen. Sie werden bemerken, dass dasselbe ge„schieht, wenn Sie in dem Augenblicke des stärksten „Kreislaufs den Schreibetisch berühren, indem Sie das „Knie oder die Hand daran legen, oder wenn irgend „ein anderer, der mit Ihnen in Berührung ist, sich auf „den Schreibetisch stützt. Der Schwefelkies kömmt „auch über unbedeckten Metallhaufen, und besonders „über dem schwarzen Eisensande in Umlauf. Sie wer„den mehrere Menschen finden, in deren Hand der „Schwefelkies sich durchaus nicht bewegt, und es giebt „eben so viele, in deren Händen er die beiden verschie„denen Bewegungen zeigt, die ich Ihnen angegeben „habe.“

4.

(Aus Alex. v. Humboldt's *Versuchen über die gereizte Muskel- u. Nervenfaser*, Berl. 1797, B. 1, S. 467.)

„nem Franzoſen zeigten, der in jenem Lande reiſte. *)
„Aerzte aus Riva und der Nachbarſchaft hatten ſeitdem
„mehrmahls mit ihm Verſuche angeſtellt, und dieſes au-
„ſserordentliche Empfindungsvermögen beſtätigt gefun-
„den. Hr. Ritter, berühmter Phyſiker in München,
„der ſich beſonders mit dem Galvanismus beſchäftigt hat,
„erhielt im Herbſte des vorigen Jahres davon durch Hrn.
„Weiſs Nachricht, der damahls in Tyrol auf Reiſen
„war und mit ihm in Briefwechſel ſtand. Er intereſſir-
„te ſich lebhaft für die Verſuche und für eine Perſon,
„wie ſie die Natur nur ſelten zur Erweiterung dieſes
„Zweigs der Phyſik hervor bringt. Es wurde ihm ein
„königl. Auftrag, nach Gargano zu reiſen, dort mit
„Campetti entſcheidende Verſuche anzuſtellen, und
„ihn, wenn er es der Mühe werth fände, mit nach
„München zu bringen, worein Campetti, der ſich in
„einer guten Lage befand, nur aus Vertrauen und Zu-
„neigung zu Herrn Ritter willigte. Dieſer geſchickte
„Phyſiker führte den Befehl ſeines Fürſten mit dem ihn
„auszeichnenden Eifer für die Erweiterung der Wiſſen-
„ſchaft und mit der ihm eignen Ueberlegenheit in gal-
„vani'ſchen Unterſuchungen aus. Er brachte Campet-
„ti zu Anfang Januar nach München, und ſeitdem bis
„jetzt, (den 18ten April,) iſt er ununterbrochen be-
„müht geweſen, die Verſuche mit ihm zu vervielfälti-
„gen und abzuändern, und die Folgerungen, die ſich
„daraus ziehen laſſen, zu erweitern."

Eine frühere Ankündigung dieſer Münchner Verſuche, erſchien in dem Cottaiſchen *Morgenblatte für gebildete Stände*, 30ſten Januar 1807. Der Leſer findet ſie unter 2.

*) Wir werden weiter unten in Aufſatz 2 finden, daſs dieſer der berüchtigte Pennet iſt. *Gilb.*

I.

ERKLÄRUNG

über

die Münchner Verſuche mit Schwefelkies-Pendeln und Wünſchelruthen,

von

GILBERT,
Prof. der Phyſik und Chemie zu Halle.

Der Herausgeber dieſer Annalen ſieht ſich durch die Verhandlungen, von denen hier die Rede iſt, in eine eigne Lage geſetzt. Mit Recht würde der Leſer ihn tadeln, wollte er von ihnen gänzlich ſchweigen, und es würde nicht an ſolchen fehlen, welche dieſes als einen Beweis des geringen Werths ſeiner Bemühungen um die Naturwiſſenſchaft würden geltend zu machen ſuchen. Auf der andern Seite hat man eine Akademie der Wiſſenſchaften, die unter ihren Mitgliedern allgemein verehrte Männer zählt, gleich bei ihrem Entſtehen, in dieſe Verhandlungen verflochten, und es könnte folglich nur zu leicht den Anſchein haben, als ſpreche jemand gegen die Münchner Akademie, wenn er die Art miſsbilligt, wie man bei dieſen Verſuchen verfährt. Ich halte es daher für nöthig, um aller Miſsdeutung, wo möglich, vorzubeugen, hier ausdrücklich folgendes zu erklären.

Daſs Mitglieder der Münchner Akademie Verſuche über die problematiſche Kraft der Waſſer-

fühler, der Wünſchelruthe, der Schwefelkies-Pendel, u. d. m., unternehmen, das finde ich lobenswerth. Daſs man aber dieſe Verſuche auf keine genügendere und minder trügliche Weiſe angeſtellt hat, als dieſes nach den eignen Münchner Berichten geſchehn iſt, ungeachtet es zu den erſten Pflichten eines Naturforſchers gehört, der wiſſenſchaftlich verfährt, ſich vor Täuſchungen und Einbildungen möglichſt zu ſichern; daſs man ferner damit angefangen hat, in anonymen Ankündigungen, welche man in das groſse Publicum gebracht hat, und die man nach Umſtänden anerkennen oder fallen laſſen kann, eine Menge blendender Ausſagen als ausgemachte Thatſachen hinzuſetzen, die doch nichts weniger als das ſind; daſs man ſtatt kurz und genau beſchriebener Verſuche, und ſtrenger Beweiſe, wie wir ſie von Volta zu erhalten gewohnt ſind, uns nicht viel mehr als Vertröſtungen und Verheiſsungen auf ſie, dagegen deſto mehr ſcheinbare Reſultate gegeben hat, die überraſchen und in Erſtaunen ſetzen; daſs man endlich durch ſo miſsliche Verſuche eine ganze Akademie ſo zu verwickeln ſcheint, als hinge das Fallen oder Stehen der Sache mit ihrer Ehre zuſammen, und als ſey jemand ein Widerſacher derſelben, der gegen die Verhandlungen ſpricht; das, und noch mehreres ähnliches iſt es, was ich tadeln möchte, und was ich hier zur Sprache bringen muſs, damit man meine Abſicht nicht verkenne.

Leſer, welche auf die Verhandlungen in der *Phyſik* in den letzten Jahren aufmerkſam geweſen

I.

ERKLÄRUNG

über

die Münchner Verſuche mit Schwefelkies-Pendeln und Wünſchelruthen,

von

GILBERT,
Prof. der Phyſik und Chemie zu Halle.

Der Herausgeber dieſer Annalen ſieht ſich durch die Verhandlungen, von denen hier die Rede iſt, in eine eigne Lage geſetzt. Mit Recht würde der Leſer ihn tadeln, wollte er von ihnen gänzlich ſchweigen, und es würde nicht an ſolchen fehlen, welche dieſes als einen Beweis des geringen Werths ſeiner Bemühungen um die Naturwiſſenſchaft würden geltend zu machen ſuchen. Auf der andern Seite hat man eine Akademie der Wiſſenſchaften, die unter ihren Mitgliedern allgemein verehrte Männer zählt, gleich bei ihrem Entſtehen, in dieſe Verhandlungen verflochten, und es könnte folglich nur zu leicht den Anſchein haben, als ſpreche jemand gegen die Münchner Akademie, wenn er die Art miſsbilligt, wie man bei dieſen Verſuchen verfährt. Ich halte es daher für nöthig, um aller Miſsdeutung, wo möglich, vorzubeugen, hier ausdrücklich folgendes zu erklären.

Daſs Mitglieder der Münchner Akademie Verſuche über die problematiſche Kraft der Waſſer-

electrischer Ladungen in Leitern, und die so bestimmt ausgesprochenen magnetisch-chemischen Wirkungen; *) so verschwinden sie alle, und auch nicht Eine besteht. Und kaum untersuchen Chenevix und Bucholz als prüfende Chemiker Winterl's wundervolle Andronie, so findet sich nichts als Thonerde und Kieselerde, nichts als ziemlich grobe Täuschung. **) Erman's Versuche wird man suchen, wo möglich, als unbedeutend in

*) In diesen Annalen, 1807, St. 5 und 6, oder B. XXVI, S. 1 und S. 121.

**) Chenevix *kritische Bemerkungen, Gegenstände der Naturlehre betreffend, geschrieben während seines Aufenthalts in Deutschland, deutsch bearbeitet von* Gilbert, Halle 1805, S. 20, (*Annalen*, XX, 432;) und Bucholz *Beiträge zur Prüfung des Winterl'schen Systems*, (*Journal der Chemie*, B. 3, S. 336 f.) „Alle Resultate dieser Untersuchung", sagt Herr Bucholz, „sprechen also für die „*Nichtexistenz* einer besondern Substanz, welche „Winterl gefunden zu haben behauptet, und „mit dem Namen: Andronie, belegt, und es ist da„her wohl kaum zu bezweifeln, dass Winterl „durch Behandlung der angeführten Materialien „im Thontiegel, ein Gemisch von Thonerde, Kie„selerde und vielleicht etwas Kalk erhielt; und ist „wirklich die Eigenschaft der angeblichen Andro„nie, der Schwefelsäure das Vermögen mitzuthei„len, Gold und Platin aufzulösen, *nicht aus der Luft „gegriffen und völlig erdichtet, so liegt ohne Zweifel „eine Täuschung zum Grunde.*"

den Hintergrund zu ſchieben und ſie in Vergeſſenheit zu bringen, und Chenevix muſs ſich von dem Herrn Gehlen ſagen laſſen, er habe ſich „in Hinſicht Winterl's auf eine ungeziemende und für die Wiſſenſchaft ſchädliche Art betragen," *)

*) *Journ. de Chimie et de Phyſ. par* van Mons, t. 6, p. 387, wo Herr Gehlen Herrn van Mons unter andern ſagt: „*Chenevix . . agi à l'égard „de Winterl, d'une manière deloyale et nuiſi- „ble pour la ſcience. Auriez-vous donc oublié „la manière peu décente dont on s'éléva d'abord contre „la théorie de Lavoiſier? et combien cette oppo- „ſition aurait été plus ſcandaleuſe, ſi Lavoi- „ſier au lieu de préparer les chimiſtes à la grande „révolution qu'il voulait opérer, par des fragmens de „ſon ſyſtème, il en avait publié à la fois l'enſemble, „comme l'a fait Winterl! Ne m'objectez pas qu'il „y a entre le ſyſtème de Lavoiſier et celui de „Winterl une grande différence, qui devait en- „trainer plus vite la conviction en ſa faveur, et de- „vait rendre l'oppoſition plus inattendue. Il y a cer- „tainement une différence, et une différence notable, „mais qui conſiſte en ce que le ſyſtème de Lavoi- „ſier n'eſt point un ſyſtème, c'eſt-à-dire un „tout néceſſairement lié par un principe; et c'eſt „préciſément cette différence, à laquelle on n'a „fait jusqu'ici aucune attention, qui fait que le ſy- „ſtème de Winterl n'a pas encore été jugé. On ne „doit pas s'attendre à recevoir un tel ſyſtème de la „part des Français, qui ne paraiſſent ſusceptibles „d'en avoir d'autre que celui de n'en avoir „aucun.*" Herr van Mons macht zu dieſer Artigkeit mit Recht die Note: „*Les hommes ſages*

electrischer Ladungen in Leitern, und die so bestimmt ausgesprochenen magnetisch-chemischen Wirkungen; *) so verschwinden sie alle, und auch nicht Eine besteht. Und kaum untersuchen Chenevix und Bucholz als prüfende Chemiker Winterl's wundervolle Andronie, so findet sich nichts als Thonerde und Kieselerde, nichts als ziemlich grobe Täuschung. **) Erman's Versuche wird man suchen, wo möglich, als unbedeutend in

*) In diesen Annalen, 1807, St. 5 und 6, oder B. XXVI, S. 1 und S. 121.

**) Chenevix *kritische Bemerkungen, Gegenstände der Naturlehre betreffend, geschrieben während seines Aufenthalts in Deutschland, deutsch bearbeitet von* Gilbert, Halle 1805, S. 20, (*Annalen*, XX, 432,) und Bucholz *Beiträge zur Prüfung des Winterl'schen Systems.* (*Journal der Chemie*, B. 3, S. 336 f.) „Alle Resultate dieser Untersuchung", sagt Herr Bucholz, „sprechen also für die „*Nichtexistenz* einer besondern Substanz, welche „Winterl gefunden zu haben behauptet, und „mit dem Namen: Andronie, belegt, und es ist da„her wohl kaum zu bezweifeln, dass Winterl „durch Behandlung der angeführten Materialien „im Thontiegel, ein Gemisch von Thonerde, Kie„selerde und vielleicht etwas Kalk erhielt; und ist „wirklich die Eigenschaft der angeblichen Andro„nie, der Schwefelsäure das Vermögen mitzuthei„len, Gold und Platin aufzulösen, *nicht aus der Luft „gegriffen und völlig erdichtet, so liegt ohne Zweifel „eine Täuschung zum Grunde.*"

n den Hintergrund zu ſchieben und ſie in Vergeſſenheit zu bringen, und Chenevix muſs ſich von em Herrn Gehlen ſagen laſſen, er habe ſich „in Hinſicht Winterl's auf eine ungeziemende und für die Wiſſenſchaft ſchädliche Art betragen," *)

*) *Journ. de Chimie et de Phyſ. par* van Mons, t. 6, p. 387, wo Herr Gehlen Herrn van Mons unter andern ſagt: „*Chenevix .. a agi à l'égard „de Winterl, d'une manière déloyale et nuiſi- „ble pour la ſcience. Auriez-vous donc oublié „la manière peu décente dont on s'éléva d'abord contre „la théorie de Lavoiſier? et combien cette oppo- „ſition aurait été plus ſcandaleuſe, ſi Lavoi- „ſier au lieu de préparer les chimiſtes à la grande „révolution qu'il voulait opérer, par des fragmens de „ſon ſyſtème, il en avait publié à la fois l'enſemble, „comme l'a fait Winterl! Ne m'objectez pas qu'il „y a entre le ſyſtème de Lavoiſier et celui de „Winterl une grande différence, qui devait en- „trainer plus vite la conviction en ſa faveur, et de- „vait rendre l'oppoſition plus inattendue. Il y a cer- „tainement une différence, et une différence notable, „mais qui conſiſte en ce que le ſyſtème de Lavoi- „ſier n'eſt point un ſyſtème, c'eſt-à-dire un „tout néceſſairement lié par un principe; et c'eſt „préciſément cette différence, à laquelle on n'a „fait jusqu'ici aucune attention, qui fait que le ſy- „ſtème de Winterl n'a pas encore été jugé. On ne „doit pas s'attendre à recevoir un tel ſyſtème de la „part des Français, qui ne paraiſſent ſusceptibles „d'en avoir d'autre que celui de n'en avoir „aucun.*" Herr van Mons macht zu dieſer Artigkeit mit Recht die Note: „*Les hommes ſages*

mit dem ſo genannten Schwefelkies-Pendel des Abts Fortis und mit dem Balancier des Herrn Ritter, (einer Wünſchelruthe im Kleinen,) in das Auge faſſen wollen! Dieſe Verſuche ſcheinen zwar auf den erſten Anblick zu einfach, zu leicht zu wiederhohlen zu ſeyn, als daſs Täuſchung oder Trug bei ih-

berechtigen mich mehrere der Erzählungen des Abts Fortis und des Hrn. von Salis Marſchlins von dem berüchtigſten der Ruthengänger, Pennet, mit welchem der D. Thourenel durch die Schweiz und durch Italien zog. Nach einem Briefe von Spallanzani an den Abt Fortis vom 14ten Jul. 1791, über Verſuche, welche er mit Pennet zu Pavia angeſtellt hatte, (ſ. oben S. 374) durfte das vergrabene Metall, wenn Pennet es finden ſollte, nicht wohl weniger als 500 bis 600 Pf. ſeyn, weſshalb Spallanzani einen Amboſs nahm: Und doch fand Pennet im Garten des Abts Fortis in einem Gange, der ganz aufgehackt war, ohne groſse Schwierigkeit 3 Stellen, wo an jeder 12 Scudi 1 Fuſs tief in der Erde vergraben waren, ohne ſich durch 9 Löcher irre machen zu laſſen, in denen bloſs Steine lagen. Auf der Reiſe aus Italien nach Marſchlins in Bündten fühlte er, daſs neben der hohen vom Crispalt ausgehenden Bergkette, welche Schwytz und Bündten trennt, ſich ein mächtiges Schwefelkieslager ununterbrochen vom Urſener Thale bis Reichenau und bis an das Pfeferſer Bad fortzieht, (wahrlich ein noch gröſseres geognoſtiſches als galvaniſches Wunder,) und als Herr von Salis wiſſen wollte, wie tief dieſes Lager hier unter Tage ſey, lieſs er Herrn von Salis ſeine Hand über der Wurzel anfaſſen.

n Statt finden könnte, und als dafs wir Bedenken agen dürften, ſelbſt ungeprüft alles zu glauben, as ein berühmter Phyſiker, „mit der ihm eignen eberlegenheit in galvaniſchen Unterſuchungen,“ rmittelſt dieſer Pendel und Balanciers entdeckt ha- n ſoll. Hr. Freiherr von Humboldt und Hr.

Beide gingen dann mit ſchnellen Schritten „von „dem Rande des Lagers, wo er es noch fühlte, „eine ziemliche Strecke fort, als plötzlich Pen- „net an der Hand und an dem Arme einen ſtar- „ken electriſchen Schlag erhielt, den Herr von „Salis auch fühlte; und nun, ſagte Pennet, „haben wir das Maafs der Tiefe: ſo weit wir vom „Rande entfernt ſind, ſo tief befindet ſich das La- „ger unter unſern Füſsen: die Entfernung betrug „200 Fuſs. Herr Thouvenel gab ſich alle Mü- „he, Hrn. von Salis dieſes Phänomen begreif- „lich zu machen, aber es blieb für ihn ein Räthſel.“ Bedarf es mehr als dieſer einzigen Geſchichte, um den vollſtändigen Beweis zu der Ausſage zu haben, dafs hierbei viel Taſchenſpielerei und Charlatanerie im Spiele war? will man auch nicht alles dafür erklären. Es iſt, däucht mir, nicht hinreichend, ein Gelehrter, und für die Wiſſenſchaft eifrig zu ſeyn, um nicht von einem ſchlauen Manne hintergangen zu werden, der vielleicht gerade darin ſein Vergnügen findet, ſich über Männer, die mehr wiſſen wollen als andere, und deren ganzes Treiben ihm unbegreiflich iſt, ihn wohl Thorheit dünkt, auf ſeine Hand ſich luſtig zu machen, und der in Italien, im Mutterlande der Büffonerie, darin ſehr willig Beiſtand finden möchte. War nicht ſelbſt Würzburg das Vaterland der Beringer'ſchen Verſteinerungen!

mit dem ſo genannten Schwefelkies-Pendel des Abts Fortis und mit dem Balancier des Herrn Ritter, (einer Wünſchelruthe im Kleinen,) in das Auge faſſen wollen! Dieſe Verſuche ſcheinen zwar auf den erſten Anblick zu einfach, zu leicht zu wiederhohlen zu ſeyn, als daſs Täuſchung oder Trug bei ih-

berechtigen mich mehrere der Erzählungen des Abts Fortis und des Hrn. von Salis Marſchlins von dem berüchtigſten der Ruthengänger, Pennet, mit welchem der D. Thouvenel durch die Schweiz und durch Italien zog. Nach einem Briefe von Spallanzani an den Abt Fortis vom 14ten Jul. 1791, über Verſuche, welche er mit Pennet zu Pavia angeſtellt hatte, (ſ. oben S. 374,) durfte das vergrabene Metall, wenn Pennet es finden ſollte, nicht wohl weniger als 500 bis 600 Pf. ſeyn, weſshalb Spallanzani einen Amboſs nahm: Und doch fand Pennet im Garten des Abts Fortis in einem Gange, der ganz aufgehackt war, ohne groſse Schwierigkeit 3 Stellen, wo an jeder 12 Scudi 1 Fuſs tief in der Erde vergraben waren, ohne ſich durch 9 Löcher irre machen zu laſſen, in denen bloſs Steine lagen. Auf der Reiſe aus Italien nach Marſchlins in Bündten fühlte er, daſs neben der hohen vom Crispalt ausgehenden Bergkette, welche Schwytz und Bündten trennt, ſich ein mächtiges Schwefelkieslager ununterbrochen vom Urſener Thale bis Reichenau und bis an das Pfeferſer Bad fortzieht, (wahrlich ein noch gröſseres geognoſtiſches als galvaniſches Wunder,) und als Herr von Salis wiſſen wollte, wie tief dieſes Lager hier unter Tage ſey, lieſs er Herrn von Salis ſeine Hand über der Wurzel anfaſſen.

meine Commentare zu den drei folgenden Münchner Berichten, und prüfe die ſcharfſinnigen Reihen von Verſuchen, von denen der mir unbekannte Verfaſſer, der in Kiel lebt, in dem ſechsten Aufſatze Rechenſchaft giebt; durch ſie offenbart ſich auf das deutlichſte die auſserordentliche Macht, welche, uns unbewuſst, Auge und Gewohnheit bei den Schwingungen jener Pendel über die Hand ausüben. An Möglichkeiten, an Täuſchungen ſolcher Art, hätten die Experimentatoren in München doch wohl zuerſt denken, und daher vor allen Dingen in der Abſicht Verſuche anſtellen müſſen, um alle täuſchende Einflüſſe zu entdecken, und um aufzufinden, ob und wie ihnen zu entgehen ſey.

Man vergleiche mit dieſer Forderung den erſten Bericht, der von München aus über die Verſuche der Herren Ritter, Schelling und Franz Baader in das Publicum gebracht iſt. Er ſteht in dem ſchätzbaren *Morgenblatte für gebildete Stände*, vom 30ſten Januar 1807, und wird zwar in den folgenden Berichten für populär ausgegeben, dieſes hat indeſs keinen Einfluſs auf die Authenticität der Thatſachen, welche darin erzählt werden. Herr Ritter, (ſo lautet der Bericht,) habe an dem jungen Campetti in deſſen Wohnorte, „*nach den ſchärfſten und oft wiederhohlten Prü-*„*fungen*, von denen er das Detail ſammt allen „übrigen Aktenſtücken demnächſt geben werde, „alles beſtätigt, was ihm angekündigt worden war;“ weiter hin heiſst es aber auch: „und Verſuche, wel-

Pfaff in Kiel sind indefs gleichfalls berühmte Physiker, die sich früh und ernstlich mit galvani'scher Electricität beschäftigt haben; wir verdanken ihnen wichtige Belehrungen in diesem Fache, und ich weifs nicht, wem man, aufser Volta'n, eine Ueberlegenheit über sie in galvani'schen Untersuchungen zuschreiben dürfte. Man hat in der Einleitung gesehen, (S. 379,) was Herr von Humboldt schon vor zehn Jahren zu den Schwefelkies-Pendeln des Grafen Fantuzzi dachte; und damahls wäre es doch eher zu entschuldigen gewesen als jetzt, bei dem magischen Worte: Galvanismus, von Blendwerken umgaukelt zu werden. Der Versuch, den er mit wenigen Worten beschreibt, ist mit aller Nüchternheit des wahren Naturforschers angestellt, und bewahrte ihn gegen die Spielwerke der Phantasie. Was Herr Pfaff über die in München wieder erneuerten Versuche mit den Schwefelkies-Pendeln urtheilt, findet man in dem Vorberichte, mit welchem er den sechsten Aufsatz begleitet hat; und von ihm wird doch wahrlich niemand sagen, dafs er am Alten klebe, und keine Empfänglichkeit für das Neue in der Wissenschaft habe. Dieses sind Autoritäten, zu denen in Hinsicht Campetti's in dem fünften Aufsatze, noch zwei sehr wichtige Aussagen von Augenzeugen hinzu kommen, die der Leser nicht übersehen darf, durch einen Münchner Naturforscher, der hierbei eine Wahrheitsliebe an den Tag legt, welche Achtung verdient. Will man Gründe, so erwäge man

meine Commentare zu den drei folgenden Münchner Berichten, und prüfe die ſcharfſinnigen Reihen von Verſuchen, von denen der mir unbekannte Verfaſſer, der in Kiel lebt, in dem ſechsten Aufſatze Rechenſchaft giebt; durch ſie offenbart ſich auf das deutlichſte die auſserordentliche Macht, welche, uns unbewuſst, Auge und Gewohnheit bei den Schwingungen jener Pendel über die Hand ausüben. An Möglichkeiten, an Täuſchungen ſolcher Art, hätten die Experimentatoren in München doch wohl zuerſt denken, und daher vor allen Dingen in der Abſicht Verſuche anſtellen müſſen, um alle täuſchende Einflüſſe zu entdecken, und um aufzufinden, ob und wie ihnen zu entgehen ſey.

Man vergleiche mit dieſer Forderung den erſten Bericht, der von München aus über die Verſuche der Herren Ritter, Schelling und Franz Baader in das Publicum gebracht iſt. Er ſteht in dem ſchätzbaren *Morgenblatte für gebildete Stände*, vom 30ſten Januar 1807, und wird zwar in den folgenden Berichten für populär ausgegeben, dieſes hat indeſs keinen Einfluſs auf die Authenticität der Thatſachen, welche darin erzählt werden. Herr Ritter, (ſo lautet der Bericht,) habe an dem jungen Campetti in deſſen Wohnorte, „*nach den ſchärfſten und oft wiederhohlten Prüfungen*, von denen er das Detail ſammt allen „übrigen Aktenſtücken demnächſt geben werde, „alles beſtätigt, was ihm angekündigt worden war;“ weiter hin heiſst es aber auch: „und Verſuche, wel-

„che Ritter ſich im Voraus ſorgfältig entworfen „hatte, waren von den Landleuten in der Gegend, „wo Campetti wohnte, ſchon mit ihm ange„ſtellt worden.“ Noch weiter hin lieſt man: „Um „das ganz individuell ſcheinende Phänomen jedoch „an ein allgemeiner verbreitetes Vermögen anzu„knüpfen und verſtändlicher zu machen, gedachte „Ritter, mit der ihm eigenthümlichen Ingenioſi„tät, der Schwefelkies-Pendel des Abbé Fortis, „deren Schwingungen man längſt wieder *unter„drückt* und verworfen hatte. Er fand erſt hier, „daſs dieſer Verſuch nicht nur ihm, *ſondern faſt „allen gelinge*, die ihn bis jetzt unternahmen. In „*Zeit von wenig Wochen* iſt er ſchon bis in die *fein„ſten Modificationen* und zu höchſt merkwürdigen „Reſultaten ausgebildet worden; täglich zeigen ſich „neue Erſcheinungen. — —“

Und nun urtheile jeder Unbefangene, wie es unter dieſen Umſtänden mit den kritiſchen Verſuchen ausſieht, die jedem Naturforſcher unnachläſſig ſind, wenn er eine neue Bahn betreten will. Sie müſſen die gehörige Nüchternheit des Geiſtes herbei führen, ohne welche der bloſse Gedanke der Entdeckung ein feuriges Gemüth ſchon bis zur gröbſten Selbſttäuſchung entflammen kann, und haben daher mit Recht von je her als Schild und Schirm des Naturforſchers gegen die Blendwerke der Phantaſie und der Sinne gegolten. Und vielleicht kam es noch in keinem Falle mehr auf ſie an, als in dem gegenwärtigen, da vielleicht noch bei

keiner Art von phyſikaliſchen Verſuchen ein ſo feiner, ſo unmittelbarer und ſo täuſchender Einfluſs des Geiſtigen auf den ſichtbaren Erfolg Statt gefunden hat. Wenig Wochen, innerhalb welcher man noch dazu die Sache ſchon bis in die feinſten Modificationen ausbildet, ſind ein ſehr kurzer Zeitraum, ſelbſt für jemand, der völlig kalt und unbefangen iſt, um ſich in dieſe trüglichen Wirkungen zu finden. Und zeigt nicht der ganze Ton der Ankündigung, daſs, als ſie geſchrieben wurde, die Experimentatoren in München, von den Ausſichten auf die Entdeckungen, welche ſie gemacht zu haben glaubten, noch ganz erwärmt waren? „Der Verſuch mit dem Schwefelkies-Pendel war *damahls faſt allen* gelungen, welche ihn gemacht hatten;“ *jetzt* wird zum Gelingen deſſelben eine beſondere Kraft erfordert, mit der *nur wenige* begabt ſind, wie ſie der Graf Fantuzzi und der Abbé Fortis erdacht hatten, wozu ſchon damahls Alex. von Humboldt lächelte. Und das mit Recht. Denn wer ſollte nicht lächeln, wenn er jemanden, der ein Naturforſcher ſeyn will, nach einigen ſchlecht angeſtellten Verſuchen gleich ſo in dem Gedränge ſieht, daſs er dieſen *Deus ex machina* herbei ruft, um ihn der Mühe des weitern Prüfens und Forſchens zu überheben? Es iſt nur zu leicht, bei dem Aufſpüren neuer verborgener Dinge die Spur zu verlieren, in die Irre zu gerathen, und nach Schatten zu haſchen; offenbar war dieſes damahls den Münchner Experimentatoren begegnet. Vielleicht

haben ſich auch die Phyſiker, denen die Naturwiſſenſchaft wahre Erweiterungen verdankt, in einer ähnlichen Lage befunden, wenn ihnen eben erſt der Gedanke des Neuen gekommen war: nur blieben ſie in dieſem Falle ihrer Meiſter, wuſsten ſehr bald ſich in die Stimmung des Zweifelns zu verſetzen, und hüteten ſich wohl, der Phantaſie die Zügel zu überlaſſen. Sie unterſuchten vielmehr die Umſtände des Auffaſſens, prüften die Verkettung, waffneten ſich, wo möglich, mit Zahl, Maafs und Gewicht, dieſen mächtigen Zauberſtäben, gegen welche kein blendendes Nichts beſteht, und ſuchten Schritt für Schritt auf feſtem erprobten Boden zu bleiben. Unſre poetiſch-philoſophiſchen Phyſiker ſcheinen zu meinen, es komme ſtatt deſſen nur auf Enthuſiasmus an. Dafür haben wir aber auch von jenen Naturforſchern wohl begründete, tief durchdachte Lehren erhalten, auf welche noch die ſpäteſten Enkel dankbar fortbauen werden. Und jetzt! Heute wird die Entdeckung im Tone des Enthuſiasmus, womit ſie gemacht iſt, angekündigt, und morgen muſs man ſie bei etwas mehrerer Kälte allerwärts beſchneiden und beſchränken, und endlich kömmt doch noch eine gemeine Natur mit Maafs, Zahl und Gewicht, vor deren Kaltſinn das in heiſser Liebe geborne Weſen vollends zuſammen ſchrumpft.

Einige achtungswerthe Phyſiker, erzählt Herr Pfaff in ſeinem Vorberichte zu der ſechsten Abhandlung, hielten die Ankündigung in dem Cottaiſchen Morgenblatte „mehr für eine Satyre als für

eine authentiſche Nachricht.“ War es mir alſo wohl zu verübeln, wenn mir bei dieſer Ankündigung neuer wundervoller Entdeckungen, die neue electriſche Kraft des Herrn Prof. Schelver, die ein ſo tragiſches Ende genommen hat, ſehr lebhaft in das Gedächtniſs trat? und bin ich zu tadeln, wenn ich, — eingedenk des Erfolgs der Prüfungen Erman's und Chenevix's, — an ſie, bei dieſer Gelegenheit erinnert habe?

„Sie ſind zu merkwürdig,“ (heiſst es im *dritten Stücke* der *Annalen* von dieſem Jahre, S. 342, in Beziehung auf die zu München angeſtellten Verſuche mit ſo genannten Schwefelkies-Pendeln, wie ſie im Morgenblatte erzählt werden,) „als „daſs ich ihnen nicht einen Platz in den Annalen einräumen „ſollte; und täuſche ich mich nicht, ſo wird ſich in einem Com„mentar zeigen laſſen, daſs das Ganze ein würdiges Gegenſtück „zu der neuen electriſchen Kraft iſt, welche Hr. Prof. Schel„ver vor einigen Jahren entdeckt hat, als er auf bepuderten „Glasſcheiben zwiſchen Puder und Glas einen feinen Strahl im „Zickzack langſam fortſchreiten und regellos ſich durchkreuzen „ſah,*) von welcher neuen electriſchen Kraft der Wegebau-In„ſpektor Herr Sartorius ſpäterhin darthat,**) daſs ſie in „einer *Milbe* beſteht, welche den Puder friſst und aufwühlt.“

Daſs die Bearbeitung der Meiſterwerke Biot's und La Place's über einige der ſchwierigſten Gegenſtände der höhern Phyſik, welche der Leſer in den drei ſeitdem erſchienenen Stücken der *Anna-*

*) Voigt's *Magazin*, Bd. 4, S. 1; und *Journal par* van Mons, Vol. I, p. 337, wo Herr Oberbergrath Reil Hrn. van Mons unter andern Entdeckungen auch folgende meldet: *En ſaupoudrant un carreau de verre de poudre d'amidon, il ſ'excite un courant lent d'électricité, qui ſe propage pendant pluſieurs jours en parcourant le carreau ſous forme de zigzag.*

**) Voigt's *Magazin*, Bd. 10, S. 454.

len gefunden hat, mich mehr anzog, als eine Beſchäftigung mit Dingen, die ſo ganz Tändeleien aus der poetiſchen Phyſik glichen; dieſes hat dem Herausgeber des ehemahligen *Scherer'ſchen* Journals der Chemie, Herrn Gehlen, Gelegenheit gegeben, mir in dem Abdrucke der Ankündigung aus dem Morgenblatte zuvor zu kommen.

„Da Hr. Prof. Gilbert zu Halle", (ſagt Hr. Gehlen in dem eben erſchienenen Maiſtücke jenes Journals, S. 104.) „uns „dieſen Aufſatz *mit* Commentar verſpricht, ſo habe ich ihn bil„lig ohne Commentar gegeben. Wirklich weiſs man dies Mahl „weniger, wie je, wer die anticipirte Milbe ſpielen wird, ob, „die den Puder friſst und aufwühlt, oder, die ihn aufſtreut; — „welches Vorſichtigkeit empfiehlt, um, täuſche ich mich nicht, „kein würdiges Gegenſtück zu der neuen Anſicht electriſcher „Kräfte zu liefern, die jener Commentar, erſchiene er anders, „unfehlbar mitbringen müſste."

Hierüber muſs ich bemerken: 1. daſs ich keinen Zuſammenhang darin einſehe, wie es billig ſey, daſs Herr Gehlen den Aufſatz ohne Commentar gebe, wenn ich ihn mit Commentar verſpreche; 2. daſs ich noch nie gehört oder geleſen habe, daſs eine Milbe Puder aufſtreut; und 3. daſs, wenn Herr Gehlen meint, jener Commentar müſſe unfehlbar eine neue Anſicht electriſcher Kräfte mitbringen, dieſes ein ſchiefes Urtheil iſt, indem er nicht bedacht hat, daſs der Commentar eben ſo gut die Ueberzeugung mitbringen könnte, daſs man es hier überhaupt gar nicht mit electriſchen Kräften und mit Anſichten derſelben, ſondern mit Uebereilungen phantaſiereicher und leicht entzündbarer Köpfe zu thun habe, die immer neuen Entdeckungen auf der Spur ſind,

und bei jeder, welche ſie erhaſcht zu haben glauben, ſofort den rechten Gleichmuth verlieren, ſehn, was kein nüchterner wahrnimmt, eigne Wege des Beweiſes haben, die nur für ſie und ihre Anhänger von Beweiskraft zu ſeyn ſcheinen, und deren ſchönſte Entdeckungen, deren herrlichſte Syſteme, um deren willen wir uns zur *tabula raſa* der Natur machen ſollen, als ein bloſser Dunſt verſchwinden, ſo bald ein wahrer prüfender Naturforſcher, ein Erman, ein Chenevix, ein Bucholz ſie ſcharf um und um beleuchten. In dieſer Hinſicht würden, dünkt mich, gegenwärtige Erklärung und der von Herrn Pfaff mir überſendete Aufſatz, in Gemeinſchaft, ſchon einen ganz genügenden Commentar zu der Ankündigung im Morgenblatte abgeben, ziemlich in der Art, wie er ſich zu einem Berichte in dem Geiſte paſst. Dieſes ſoll mich indeſs nicht abhalten, die Ankündigung mit noch andern Bemerkungen, in Form eines Commentars, dieſer Erklärung folgen zu laſſen; und um meinem früher gegebenen Verſprechen nicht bloſs nachzukommen, ſondern es ſelbſt noch zu übertreffen, mögen ſich an dieſe Reihe von Aufſätzen, theils im Auszuge, theils ausführlich, auf eine ähnliche Art commentirt, auch alle übrige Verhandlungen über Schwefelkies-Pendel und Balanciers, (neueſte Art von Wünſchelruthe,) anſchlieſsen, welche mir bis jetzt bekannt geworden ſind. Der Leſer wird über ſie freier urtheilen können, nachdem er nicht bloſs die Stimmen einiger Gläubigen dafür, ſondern auch

die Stimmen einiger Ungläubigen dagegen gehört hat; und es wird für die Zukunft nicht ohne Intereſſe ſeyn, die Aktenſtücke hier beiſammen zu haben.

Die Notizen, welche man im dritten Hefte der *Annalen* aus den Briefen des Herrn Prof. Maréchaux in München geleſen hat, haben Hrn. Maréchaux in Streitigkeiten verwickelt. Der Aufſatz von ihm, den man weiter hin findet, zeigt, daſs er Mann genug iſt, ſeinen Widerſachern zu ſtehen; und da es in unſern Zeiten nicht mehr denkbar iſt, daſs aus einer wiſſenſchaftlichen Unterſuchung eine Parteiſache gemacht werden ſollte, und daſs Mangel an Glauben nachtheilig auf die bürgerliche Lage eines Naturforſchers wirken könnte, ſo glaube ich mich darüber gänzlich beruhigen zu dürfen.

Einen benetzten Zwirnsfaden, an dem ein ſchwerer Körper hängt, zwiſchen zwei Fingern ganz im Freien, oder über andern Körpern zu halten, und zu ſehen, ob und wie das ſo genannte Pendel unter gegebenen Umſtänden ſich bewegt, — iſt kinderleicht; wahre, ergründende Verſuche über dieſe Arten von Bewegung anzuſtellen, iſt langwierig und erfordert Scharfſinn und Nüchternheit. Dieſelbe Bemerkung gilt in Abſicht der ſo genannten Wünſchelruthe und des Balanciers des Herrn Ritter. Es hat keine Schwierigkeit, von einem Haſelnuſsſtrauche, unter günſtiger Conſtellation des Jupiters und Merkurs, vor Sonnen Aufgang, mit einem einzigen Schnitte herabwärts eine Ruthe abzuſchneiden, und ſie in horizontaler Lage auf den

Fingern liegend zu halten; und es ist eben so wenig schwierig, einen Metallstreifen frei und horizontal auf der befeuchteten Spitze eines senkrecht ausgestreckten Fingers schweben zu lassen. Die Kraft, welche die Wünschelruthe, und noch viel mehr die, welche den Balancier belebt, sind zwar, wie man uns sagt, sehr seltene Geschenke des Himmels, und ich, (der ich in der jetzigen Lage mich schon für glücklich halten müsste, stünde mir nur das Gewohnte zu Gebot,) thue für meine Person Verzicht darauf, in der Gegend, welche ich bewohne, einen Auserkohrnen aufzufinden, dem Gott diese Gabe verliehen, und der sie sich durch ein mäfsiges und frommes Leben bewahrt hat. Vielleicht ist indefs einer meiner Leser glücklicher; vielleicht führt ihm der Zufall ein solches Kleinod in die Hand, und giebt ihm Gelegenheit, wenn er mit Nüchternheit, Geduld und Scharfsinn zu Werke geht, zu etwas ähnlichem zu gelangen, als die Reihe Kieler Versuche, welche den Beschlufs dieser Aufsätze macht. Mit Vergnügen werde ich Berichte von prüfenden Versuchen über jene Gegenstände, die mit so vieler Umsicht als diese angestellt sind, (doch auch nur solche, ihr Resultat sey übrigens welches es wolle,) in die *Annalen der Physik* aufnehmen. Sollten wir auch durch sie zu keiner Ansicht, (neuen oder alten,) electrischer Kräfte gelangen, so werden doch Untersuchungen dieser Art für die Lehre von den Täuschungen durch die Sinne und die Phantasie und durch vorgefafste Ideen nicht ohne Nutzen seyn.

2.

ERSTER BERICHT
von den Münchner Verſuchen.

(*Morgenblatt für gebildete Stände*, 30. *Jan.* 1807, *No.* 26.)

Mit Bemerkungen
von
GILBERT,
Profeſſor der Phyſik und Chemie zu Halle.

Merkwürdiger phyſikaliſcher Verſuch.

München.

Die beiläufige Erwähnung der ſo genannten Wünſchelruthe und ihrer Wiederbelebung in einem der erſten Blätter des Morgenblattes bewegt mich, Ihnen das Rechte von der Sache bald zu ſagen, damit ſie Ihnen nicht entſtellt wird, ehe ſie vollſtändig und wiſſenſchaftlich mitgetheilt werden kann. [1])

Im Herbſte des vorigen Jahres erhielt Hr. Ritter, Mitglied der Akademie der Wiſſenſchaften, durch einen reiſenden Freund die Nachricht, daſs auf der Gränze von Tyrol und Italien am Gardaſee ein junger Landmann exiſtire, der das Vermögen, die Gegenwart von Metallen und Waſſer genau an den Stellen, wo ſie tief in der Erde verborgen ſind, durch körperliche Senſationen wahrzunehmen, in einem hohen Grade beſitze. [2]) Er hatte es an ſich entdeckt, als er zufällig Pennet, der durch die

Gegend

Gegend kam, auf dieſe Weiſe experimentiren ſah, worauf er es mit ſich ſelbſt verſuchte; und nicht allein gelangen ihm die *Pennet'ſchen* Experimente vollkommen, die Baguette belebte ſich in ſeiner Hand, [3]) ſondern er hatte die beſtimmteſten Empfindungen vom Daſeyn des Metalles und Waſſers, ohne alles weitere Werkzeug, und war für ſeine Gabe in der umliegenden Gegend ſchon länger bekannt und benutzt worden.

Dieſe Botſchaft, und die Möglichkeit, ein ſolches Phänomen ſelbſt zu unterſuchen, ergriff Ritter'n, wie Sie ſich es vorſtellen können. Die Nachbarſchaft des Schauplatzes begünſtigte dieſe Möglichkeit, hob aber doch nicht alle Schwierigkeiten. Ritter faſste alſo den Entſchluſs, ſich an die Regierung zu wenden, um eine förmliche Sendung zu erhalten. Er ſtellte in ſeinem Memorial die gleiche Wichtigkeit vor, eine ſolche Erſcheinung entweder als wahr, oder als falſch zu ergründen. Die lebhafte Mitwirkung Franz Baader's und der vortreffliche Sinn des Geheimenraths von Schenck beförderten die Angelegenheit, und in dem uneingenommenen freien Geiſte des, für alles ihm wirklich dargelegte Gute und Groſse empfänglichen, Miniſters Freiherrn von Montgelas fand ſie ſo wenig ein Hinderniſs, daſs die Genehmigung von ſeiner Seite auf das eingereichte Memoire allein, ohne weiteres, erfolgte.

Im Anfange des Novembers reiſte Herr Ritter von hier ab. Er fand an dem jungen Campetti

nach den ſchärfſten und oft wiederhohlten Prüfungen, von denen er das Detail ſammt allen übrigen Aktenſtücken demnächſt ſelbſt geben wird, alles beſtätigt, was ihm angekündigt worden war.[4]) Nachdem er ſich vollkommen überzeugt hatte, nahm er Campetti, ſeinem gleich anfänglich entworfenen Plane gemäſs, mit ſich nach Mailand und Pavia. Er hatte erfahren, daſs er in Mailand einen Gelehrten treffen würde, der Campetti's Eigenſchaft gleichfalls beſäſse, und zwar nicht als blindes Werkzeug der Natur, ſondern der als mit groſsen phyſikaliſchen Kenntniſſen ausgerüſtet, auch die Augen dabei habe. Dieſes iſt der Abbate Amoretti, Bibliothekar der Ambroſianiſchen Bibliothek. Hier thaten ſich ihm denn auch wirklich neue und bereits bewährte Schätze der Erkenntniſs auf. Amoretti hatte mit der Baguette nicht allein nach Metallen geforſcht, ſondern mancherlei Fragen an den menſchlichen Organismus damit gethan, und ſeine Erfahrungen in einer Schrift niedergelegt, die eben erſchienen war.[5]) Von Mailand ging Ritter nach Pavia, und war mehrere Tage mit Volta zuſammen. In Italien intereſſirte man ſich ſehr für die Sache, ohne ſie für ein Wunder zu halten; ſie fand unter den Gelehrten unverſtockte Hörer,[6]) und Verſuche, welche Ritter ſich im voraus ſorgfältig entworfen hatte, waren von den Landleuten in der Gegend, wo Campetti wohnte, ſchon mit ihm angeſtellt worden. Er brachte es auf ſeiner Rückreiſe bei Campetti's Verwandten da-

hin, dafs er ihn mit nach München nehmen durfte, um ihn einige Zeit bei ſich zu behalten. Am Ende Decembers kam er alſo in deſſen Begleitung zurück, beladen mit reicher Ausbeute ſeines Zuges, und beſonders auch darüber erfreut, dafs die liberale Geſinnung der Regierung ſo genugthuend hatte benutzt werden können. Es war nun gar nicht die Abſicht, aus dieſem Gegenſtande ein öffentliches Spektakel zu machen, das denn wahrhaftig auch keinen Zweifler überzeugt haben würde. Campetti hält ſich daher ganz häuslich bei Ritter auf; noch hat ihn niemand zu Befriedigung bloſser Neugier bei ſich geſehn, und nur in einem kleinern Kreiſe, hauptſächlich von Ritter, Fr. Baader und Schelling, wurden bisher Verſuche angeſtellt, welche im Groſsen und Freien zu machen, auch eine andere Jahrszeit erfordert. Um das ſo ganz individuell ſcheinende Phänomen jedoch an ein allgemeiner verbreitetes Vermögen anzuknüpfen und verſtändlicher zu machen, gedachte Ritter mit der ihm eigenthümlichen Ingenioſität der Schwefelkies-Pendel des Abts Fortis, deren Schwingungen man längſt wieder unterdrückt und verworfen hatte. [7]) Er fand erſt hier, dafs dieſer Verſuch nicht nur ihm, ſondern faſt allen gelinge, die ihn bis jetzt unternahmen. [8]) In Zeit von wenigen Wochen iſt er ſchon bis in die feinſten Modificationen und zu höchſt merkwürdigen Reſultaten ausgebildet worden; täglich zeigen ſich neue Erſcheinungen. [4])

Ich will ihnen nun kurz andeuten, um was es hier, und wie es zu thun iſt.

Man nimmt einen Würfel von Schwefelkies, oder gediegenem Schwefel, oder irgend einem Metalle, (die Gröſse und Geſtaltung ſind gleichgültig, man kann z. B. einen goldenen Ring dazu nehmen,)[9]) hängt ihn wagerecht an einen Zwirnsfaden, der $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Elle lang ſeyn kann, und am beſten immer etwas angefeuchtet wird, auf, indem man den Faden mit zwei Fingern ſo ſtät faſst, daſs der Würfel ſich nicht mehr mechaniſch hin und her bewegt.[10]) So hält man ihn frei und in nicht weiter Entfernung über der Mitte eines Gefäſses mit Waſſer, oder irgend eines Metalles, (einer Münze, einer Zink- oder Kupferplatte,) und er wird lebendig werden, und ſich in leiſe anhebenden, längliche Ellipſen beſchreibenden, allmählig ſich rundenden, regelmäſsigen Schwingungen bewegen.[11])

Ueber dem Nordpol des *Magneten* wird er ſich bewegen; von der linken nach der rechten Seite: über dem Südpol; von der rechten zur linken.[12])

Ueber *Kupfer* oder *Silber*, wie über dem Südpol; über *Zink* und *Waſſer*, wie über dem Nordpol.

Man muſs die Verſuche gleichförmig anſtellen, ſo nämlich, daſs man immer *von oben herab* dem Gegenſtande ſich nähert, oder immer *von der Seite*. Von der Seite verändert ſich das Verhältniſs dergeſtalt, daſs die Art der Schwingung von der linken nach der rechten Seite, welche oben vom

Nordpole angegeben ist, sich umwendet und wie beim Südpole wird, und umgekehrt.

Auch ist es nicht gleich, ob man mit der rechten oder linken Hand operirt, denn zwischen der *rechten* und *linken Seite* ist der Gegensatz bei Manchem bis zu der entschiedensten Polarität ausgebildet. [13])

Jede Vermuthung einer Täuschung, die man hierbei ausklügeln möchte, wird sich durch das eigene bestimmte Gefühl widerlegen, dass das Pendel ohne allen mechanischen Anstoss schwingt. [14]) Die Regelmäfsigkeit der Resultate wird Sie vollends überführen. [15]) Sie können darüber alle mögliche Experimente anstellen, [16]) z. B. den Würfel, wenn er schon im Schwingen ist, nach der entgegen gesetzten Seite mechanisch herum treiben; er wird in die erste Richtung zurück kehren, so bald er den mechanischen Anstoss auserlitten hat. [17])

Wenn man den Würfel über eine *Orange*, einen *Apfel*, u. s. w., hält, so wird er über der Frucht, da, wo sie am Stiele fest gesessen, schwingen, wie über dem Südpol des Magneten; wenn man die Frucht auf die entgegen gesetzte Seite wendet, indem man fortfährt, das Pendel über sie zu halten, so verändert sich die Richtung. Eben solche entschiedene Polarität zeigt sich an den beiden entgegen gesetzten Enden eines frischen *Eies*.

Am auffallendsten aber zeigt das Pendel die *Polarität des menschlichen Organismus* an. Der Würfel über den *Kopf* gehalten, schwingt wie über

Zink. An die *Fuſsſohlen*, wie über Kupfer. An die *Stirn* und *Augen* = Nordpol; bei der *Naſe* wendet er ſich = Südpol; bei dem *Munde* = Südpol; bei dem *Kinn* wie an der Stirn. Auf dieſe Art kann der ganze Körper durchexperimentirt werden. Entgegen geſetzt iſt ſich die *innere* und *äuſsere Fläche der Hand*. Ueber jeder *Fingerſpitze* ſchwingt der Würfel, und zwar über der vierten oder dem *Ringfinger* allein nach der entgegen geſetzten Seite von den andern. Dieſer Finger iſt ſogar im Stande, wenn man ihn allein auf den Rand des Tiſches auflegt, wo experimentirt wird, die Schwingungen anzuhalten, oder auch, ſie zu verändern. Die Verſuche über die Polarität des kürzern waren es unter andern, welche der Abt Amoretti mit der Baguette ſchon unternommen hatte. [18])

Die *Baguette* iſt in ihrer Wirkſamkeit, nach Ritter's Bemerkung, nichts anderes, als ein doppeltes Pendel, welches in Bewegung zu ſetzen, nur ein höherer Grad der nämlichen Kraft erfordert wird, welche jene Schwingungen hervor bringt.

Ich habe Ihnen hier nur in Eile einige Vorübungen angezeigt, die Sie weiter kultiviren mögen, und die wahrſcheinlich zu vielen von den Reſultaten führen werden, auf die man hier bereits gekommen iſt.

Auch dieſes Vermögen will geübt ſeyn. In Ritter's Händen neigte ſich anfangs die *Baguette* nicht, und nur dann geſchah es, wenn ihm Campetti die Hände auf die Schultern legte. Jetzt ge-

ſchieht es ihm und mehrern andern. Campetti's Kraft ſcheint etwas Mittheilendes zu haben. Seine unmittelbare Nähe reicht hin, die Regelmäſsigkeit der Experimente, die neben ihm gemacht werden, zu unterbrechen; in ihm ſelbſt hingegen offenbart ſich die äuſserſte Regelmäſsigkeit bei den Verſuchen, die mit ihm angeſtellt werden, welche um ſo reiner ſind, da er weder unterrichtet iſt, wie Kupfer und Zink, z. B., wirken, ja ſehr oft nicht weiſs, welches Metall man ihm unter die Hand oder an den Fuſs gelegt hat, indem er die *Baguette* hält, welche ſich ebenfalls ein- oder auswärts, nach der Verſchiedenheit des Metalles neigt. [19]) Da er kein Wort deutſch verſteht, ſo erfährt er auch nicht beiläufig, welche Wirkung man von ihm erwartet. Es iſt ein ganz einfacher, in ſich zufriedener und kräftiger Menſch, der nichts weiſs, als daſs Gott ihm dieſe Gabe verliehen, und er ſie durch ein mäſsiges und frommes Leben bewahren müſſe. [20])

BEMERKUNGEN
zu dem vorſtehenden Berichte,
von
Gilbert,
Profeſſor der Phyſik und Chemie.

1) Zwar nennt ſich der Verfaſſer dieſes Berichtes nicht, dem Herausgeber des Morgenblattes muſs es aber, wie man hieraus ſieht, hinlänglich bekannt geweſen ſeyn, daſs er wirklich im Stande war, „ihm das Rechte

von der Sache" zu ſagen. Wir haben alſo nicht zu befürchten, daſs man uns jetzt einwenden werde, wir erführen hier das nicht, was damahls den Münchner Experimentatoren das Rechte an der Sache dünkte. Nur dieſe Ueberlegung konnte mich beſtimmen, mich die kleine Mühe nicht verdrieſsen zu laſſen, die folgenden Bemerkungen niederzuſchreiben.

2) Wir haben S. 380 geſehn, daſs dieſer Freund des Herrn Ritter Herr Weiſs aus Leipzig iſt, der damahls in Tyrol auf Reiſen war.

3) Der Leſer mag aus dem, was S. 374 u. 388 von den Verſuchen Pennet's angeführt iſt, ſelbſt urtheilen, ob Pennet ein gutes Vorbild für Campetti *) war. Für ein deutſches Ohr mag *Baguette* zwar ein minder anſtöſsiger Name als *Wünſchelruthe* ſeyn; im Franzöſiſchen bezeichnet er aber nicht nur dieſe, ſondern auch den Zauberſtab der Magier und der Feen.

4. Man vergleiche S. 391 f.

5) Der Abt Amoretti iſt der Herausgeber eines wiſſenſchaftlichen Journals, welches ſchon ſeit einer langen Reihe von Jahren unter verſchiedenen Titeln: (*Scelta di Opuscoli intereſſanti; Opuscoli ſcelti ſulle ſcienze e ſulle arti;* und *Nuova Scelta d'Opuscoli intereſſanti.*) zu Mailand erſcheint. Einen kurzen Auszug aus einem Briefe Amoretti's an den Abt Fortis, über meh-

*) Ich behalte dieſe Art den Namen zu ſchreiben bei, wenn gleich Capetti, wie ihn Herr Maréchaux im fünften Aufſatze ſchreibt, richtiger ſeyn dürfte. cf. S. 307 ff. p. 4 K. a.

rere Perſonen, welche die Fähigkeit haben, Quellen und Erzlager zu fühlen, aus den *Opuscoli ſcelti*, 1796, p. 233, findet man in dieſen *Annalen*, 1803, St. 3, (B. XIII, S. 467.) „Die Eigenſchaft Pennet's, Quellen, Erzlager, Steinkohlen, u. d. m., beim Hinübergehn zu entdecken, iſt nach dieſem Briefe nichts ſo auſſerordentlich Seltenes. Zwei Frauenzimmer, Gandolfi und Anſoſſi, ein alter Abt Amoretti, ſein Enkel, u. a., zeigten ſie in eben dem Grade, wie ſie Thouvenel bei Pennet wahrgenommen hatte, und Amoretti erzählt 32 Fälle, wo abſichtlich verſteckte Geld, Steinkohlenlager und in groſser Menge Quellen von ihnen entdeckt worden ſind. Der junge Amoretti ſagte, als er ohne Ruthe eine Quelle entdeckte, und als man ihn fragte, was er, und wo er etwas empfinde, die Füſse ſchienen ihm einzuſinken, als wenn er in dem naſſen Sande des Meerufers gehe.“ — Hiſtoriſche und phyſikaliſche Unterſuchungen von Amoretti über die unterirdiſche Electricität ſtehn in einem der letztern Jahrgänge jener Zeitſchrift. Auch finde ich angeführt: *Viaggio di Milano ai tre Laghi Maggiore, di Lugnano, et di Como di C. Amoretti*, Milano 180 , 262 S., 8., welches Werk Nachträge zu der erſten Reiſe nach dieſen drei Seen im Jahre 1794, und im letzten Kapitel Beobachtungen über die ſo genannte unterirdiſche Electrometrie der Lombardei, über Pennet und über ſich ſelbſt enthalten ſoll.

6) An Volta wenigſtens keinen, der ſehr davon erbaut war.

7) Herr Freiherr v. Humboldt gedachte ſchon vor zehn Jahren, in ſeinem allgemein bekannten Werke über den Galvanismus, der Wünſchelruthe und des Schwefelkies-Pendels, die er neben einander ſtellte, (S. 378): und hier giebt man es uns als einen Beweis „der eigenthümlichen Ingenioſität des Herrn Ritter," daſs er jetzt daſſelbe thut, und bei der Wünſchelruthe, die ſich in der Hand Campetti's belebt, an das Schwefelkies-Pendel des Abts Fortis denkt, „deſſen Schwingungen man längſt wieder unterdrückt und verworfen hatte." Ich zweifle, ob es zu wünſchen iſt, ſo eifrige Lobredner zu haben. Wer es ſey, der dieſe Schwingungen unterdrückte? Darauf weiſs ich keine Antwort, als höchſtens, daſs Herr von Humboldt gemeint ſeyn müſſe, der, wie wir (S. 379) geſehn haben, auf Verſuche ſich ſtützend, ſie als Täuſchung verwarf.

8) Ein Beweis, daſs Herr Ritter, und alle, welche den Verſuch bis dahin unternahmen, ihn ſehr übereilt, und ohne die nöthigen Prüfungen und Vorſichtsmaaſsregeln angeſtellt haben. Und doch ſind es dieſe Verſuche, aus welchen Herr Ritter, laut gegenwärtigen Berichts, alle die wundervollen Reſultate zieht, die wir weiterhin finden.

9) In der That, eine eigenthümliche Art der Erzählung!

10) Mechaniſch! Soll dieſes Beiwort andeuten, der Würfel könne ſich auch auf andere Art: phyſiologiſch,

oder pſychologiſch, oder galvaniſch, oder wohl gar chemiſch bewegen? war dieſes die Meinung, warum ſollte er ſich allein nicht „mechaniſch“ bewegen dürfen? und warum zog man nicht die andern Arten von Bewegung ebenfalls in Betrachtung? Das würde Reſultate ganz anderer Art gegeben haben. Doch man ſieht wohl, die, welche ſich jenes Beiworts bedienen, waren ſich dabei etwas Deutlichen nicht bewuſst.

11) Wir leben in der Welt der Erſcheinungen; jedermann ruft ihrer täglich eine unzählbare Menge hervor; aber nicht das macht den Phyſiker. Er ſoll die Natur wiſſenſchaftlich befragen; das heiſst, er ſoll voraus ergründet haben, ſo weit es der jedesmahlige Zuſtand der Naturwiſſenſchaft erlaubt, was alles für Gründe auf den Erfolg, über den er Aufklärung ſucht, Einfluſs haben können, und wie es möglich ſey, die Umſtände ſo einzurichten, daſs man ſich über den Antheil, den jeder dieſer Gründe hat, völlig in das Klare ſetzen könne. Nur der, der nach einem ſolchen wohl durchdachten und geprüften Entwurfe die Natur befragt, kann Anſprüche auf den Dank machen, welchen wir jedem wahren Phyſiker bei ſeinen Arbeiten ſchuldig ſind. Geſetzt, es ſey mit dem Erfolge ganz ſo der Fall geweſen, wie ihn die Münchner Experimentatoren angaben, und ihr Pendel ſey jedes Mahl über Waſſer oder über Metall lebendig geworden; ſo, dünkt mich, wäre doch wohl folgende Ueberlegung ſehr natürlich geweſen: Möglicher Weiſe kann dieſes Lebendigwerden zweierlei Urſachen haben: Entweder *rein ſubjective*,

das heifst, blofs und allein in der Perſon, in dem Phyſiſchen oder Geiſtigen des Experimentators gegründete; oder auch *objective Urſachen*, welche von der Natur des Pendels und des darunter liegenden Körpers entweder allein, oder in phyſiologiſcher Verbindung mit dem Experimentator, abhängen.

A. *Rein ſubjective Urſachen*, und zwar

1. *Phyſiologiſche.* Der Arm ermüdet allmählig, die Muskeln, welche ihn bei dem ſo genannten *ſtäten Faſſen* anſpannten, laſſen nach, deſto eher, je ſtäter man faſste, und die unwillkührlichen regelmäſsigen Bewegungen im Körper erhalten nun Einfluſs auf die Lage des Arms; nämlich das *Athemhohlen*, indem die Form der Bruſthöhle und dadurch wahrſcheinlich die Lage des einen feſten Punkts der Muskeln, die den Arm ſpannen, bei jedem Aus- und Einathmen verändert werden; und der *Pulsſchlag*, der das Blut abſatzweiſe in die Muskeln treibt, und dadurch gleichfalls einen ſteigenden und ſinkenden Reiz nach kurzen Perioden in den Muskeln, von denen die Lage des Arms abhängt, hervor bringt. Wanken aber der Arm, und mit ihm die Finger, ſo wohl ſeitwärts als auch vorwärts hin und her, ſo muſs daraus im Pendel eine Bewegung in die Runde entſtehen, kreisförmig oder elliptiſch, je nachdem das Wanken nach beiden Richtungen gleich, oder das eine ſtärker iſt. Es war daher Pflicht der Experimentatoren, durch mannigfaltig abgeänderte Verſuche an ganz verſchiedenen Individuen zu unterſuchen: α. Ob das Pendel, wenn man es unter gleichen Umſtänden gleich ſtät gefaſst hat, nicht gleich lebendig

wird, (oder, wie es mir bei meinen Verſuchen gegangen iſt, gleich todt bleibt,) man mag es dicht über Waſſer oder Metall, oder frei halten, von allen Körpern entfernt. β. Ob nicht zwiſchen dem Umlaufe des Pendels und dem Athemhohlen oder dem Pulsſchlage ein weſentlicher Zuſammenhang Statt findet; und endlich γ. ob das Pendel, auch dann, wenn man an dem Faden einen feſten Punkt anbringt, noch eben ſo lebendig wird wie zuvor. Man hätte zu dem Ende den gehäkten Faden um einen Haken oder Stift von Schellack ſchlagen müſſen, (denn wenigſtens dieſem Körper geſteht Herr Ritter das Vermögen zu, für die Kraft, welche das Pendel belebt, ein Nichtleiter zu ſeyn;) und während man den hintern Theil des Fadens mit den Fingern hielt, mit dem vom Stifte frei herab hängenden Pendel die Verſuche wiederhohlen müſſen. Verſuche dieſer Art waren, dünkt mich, unnachläſſig. Und doch findet man davon in allen Münchner Beobachten keine Spur.

2. *Pſychologiſche Urſachen.* Ueber den unbegreiflich feinen und ſchnellen Einfluſs dunkler Vorſtellungen und überhaupt des Geiſtigen auf den Körper, ohne daſs wir uns deſſelben klar bewuſst ſind, würden wir ſtündlich in das höchſte Erſtaunen gerathen, wären wir nicht immerfort von Wundern umringt. Die Gelegenheit kann für Wirkungen dieſer Art kaum günſtiger ſeyn, als hier, wo das allerbeweglichſte, das ſo genannte Pendel dieſer Verſuche, zwiſchen zwei Fingern, in einer ſehr beweglichen Lage des Arms frei gehalten wird. Sollte

das heiſst, bloſs und allein in der Perſon, in dem Phyſiſchen oder Geiſtigen des Experimentators gegründete; oder auch *objective Urſachen*, welche von der Natur des Pendels und des darunter liegenden Körpers entweder allein, oder in phyſiologiſcher Verbindung mit dem Experimentator, abhängen.

A. *Rein ſubjective Urſachen*, und zwar

1. *Phyſiologiſche.* Der Arm ermüdet allmählig, die Muskeln, welche ihn bei dem ſo genannten *ſtäten Faſſen* anſpannten, laſſen nach, deſto eher, je ſtäter man faſste, und die unwillkührlichen regelmäſsigen Bewegungen im Körper erhalten nun Einfluſs auf die Lage des Arms; nämlich das *Athemhohlen*, indem die Form der Bruſthöhle und dadurch wahrſcheinlich die Lage des einen feſten Punkts der Muskeln, die den Arm ſpannen, bei jedem Aus- und Einathmen verändert werden; und der *Pulsſchlag*, der das Blut abſatzweiſe in die Muskeln treibt, und dadurch gleichfalls einen ſteigenden und ſinkenden Reiz nach kurzen Perioden in den Muskeln, von denen die Lage des Arms abhängt, hervor bringt. Wanken aber der Arm, und mit ihm die Finger, ſo wohl ſeitwärts als auch vorwärts hin und her, ſo muſs daraus im Pendel eine Bewegung in die Runde entſtehen, kreisförmig oder elliptiſch, je nachdem das Wanken nach beiden Richtungen gleich, oder das eine ſtärker iſt. Es war daher Pflicht der Experimentatoren, durch mannigfaltig abgeänderte Verſuche an ganz verſchiedenen Individuen zu unterſuchen: α. Ob das Pendel, wenn man es unter gleichen Umſtänden gleich ſtät gefaſst hat, nicht gleich lebendig

zu verbinden, und ich hielt abwechſelnd bald ein leeres Glas, bald ein Glas voll Waſſer unter das Pendel. Der Erfolg blieb immer derſelbe in beiden Fällen; in beiden Ruhe, oder in beiden ſchwankende Bewegungen von gleicher Art und Stärke. Nach den ſcharfſinnigen Verſuchen, welche mir durch Herrn Pfaff zugekommen ſind, und die man in einem der folgenden Aufſätze findet, ſcheint es ſelbſt, als ſey dieſe geheime Gewalt des Auges faſt der einzige Grund der Selbſttäuſchung bei den meiſt ſo übereilt angeſtellten Verſuchen mit dem Schwefelkies-Pendel. Wenigſtens ſieht man, daſs es eine weſentliche Bedingung iſt, um entſcheidende Verſuche zu erhalten, das Auge auſser Spiel zu bringen. Aber auch daran ſcheinen die Münchner Experimentatoren damahls nicht gedacht zu haben, obſchon Herr von Humboldt, als er vor zehn Jahren der Schwefelkies-Pendel in Verbindung mit der Wünſchelruthe und dem Galvanismus gedachte, auf dieſen Umſtand aufmerkſam gemacht, und auf dieſem Wege den Beweis, daſs höchſt wahrſcheinlich die Sache Täuſchung ſey, geführt hatte. Dafür glückte aber auch der Verſuch mit dem Schwefelkies-Pendel beinahe jedem, der ihn im Jan. in München anſtellte; und erſt ſeitdem iſt es mit dem Dinge anders geworden. Sehr merkwürdig iſt in dieſer Hinſicht ein Zeugniſs, auf welches in dem fünften Aufſatze Herr Maréchaux ſich bezieht: „wenn „Campetti'n die Augen verbunden waren, ge„horchten die Schwingungen dem Metalle nicht mehr.“ Und das konnten die Münchner Experimentatoren in allen ihren Berichten uns verſchweigen!

nicht der bloſse Glaube, der bloſse Wunſch, einer der Auserwählten zu ſeyn, die mit der geheimen Kraft, welche man zum Glücken dieſer Verſuche fordert, begabt ſind, bei jungen und lebhaften Leuten allein ſchon hinreichen, das Pendel lebendig zu machen, ohne daſs ſie ſich der geringſten freiwilligen Mitwirkung bewuſst werden? Und ſollte nicht ſchon der bloſse Unglaube das Pendel, (um in der Sprache des Berichts zu bleiben,) tödten können? Bei den Verſuchen, die ich mit mehrern angeſtellt habe, wurde mir das ſehr wahrſcheinlich. Ich ſelbſt habe nur Ein Mahl das Pendel in meiner Hand ſich beleben ſehen, ohne daſs ich es abſichtlich in Kreisbewegung zu bringen mir bewuſst war; und gerade das Eine Mahl war der Wunſch recht lebhaft in mir, das Pendel möge den Kreislauf beginnen. Man leſe, was von einer ähnlichen Erfahrung im fünften Aufſatze Herr Maréchaux erzählt. Bei den Verſuchen pflegt man das Pendel unverwandt im Auge zu behalten. Wozu wäre das nöthig, wenn nicht während des Verſuchs das Auge einen beſtändigen Einfluſs auf den Arm, und durch ihn auf das Pendel äuſſerte? Bei einem meiner Freunde kam das Pendel jedes Mahl in Bewegung, ſo bald er daſſelbe über Waſſer brachte, blieb aber in einem leeren Glaſe in Ruhe; er proteſtirte gegen den unter γ angegebenen Verſuch, weil es möglich ſey, daſs das Weſen der Erſcheinung darauf beruhe, daſs der Einfluſs des Waſſers die freie Bewegung des Arms modificire und ſo die Kreisbewegung erzeuge; nun ſchlug ich ihm vor, ſich die Augen

und nicht das Verfahren des wahren und nüchternen Forſchers, ehe das des begeiſterten Sehers, der der Natur ſeine Geſichte aufdrücken zu können glaubt.

Wenn eine objective Urſache die Erſcheinungen des ſchwingenden Pendels begründet, ſo muſs der Körper, der unter dem Pendel liegt, einen phyſiſchen Einfluſs auf das Pendel, und vielleicht durch dieſes auf irgend etwas ausüben, das in den organiſchen Kräften deſſen begründet iſt, der das Pendel hält. Wie ſoll man ſich dieſen Einfluſs denken? durch welche bekannte Kräfte in der Natur ſoll er begründet und nach welchen bekannten Naturgeſetzen ſoll er bewirkt werden? Daſs der Galvanismus, der ſchon ſo viele Wunder gethan hat, und von dem man uns noch ſo manches verheiſst, auch dieſes ohne groſses Widerſtreben auf ſich nehmen, und vielleicht zugleich die Wunderwerke der Wünſchelruthe mit erklären werde; das mag in den erſten Wochen, nachdem das Pendel angefangen hatte zu ſchwingen, den Experimentatoren vorgeſchwebt haben: allein im Detail hatten ſie dieſen Gedanken wohl noch nicht ausgemahlt, denn in der Ankündigung findet ſich darüber nichts. Auch war es gar nicht leicht, hier die bekannten Geſetze des Galvanismus in Anwendung zu bringen. Was ſoll man bei den kreiſenden Pendeln für die beiden Erreger nehmen? wie ſich die Einwirkung in die Ferne zwiſchen dem Schwefelkieſe und dem Körper unter dem Pendel denken, von der wir bei ſo ſchwachen Graden von Electricität noch kein Beiſpiel haben? Und was ſollen wir vollends zu dem Pendel des Abts For-

B. *Objective Urſachen.* Daſs ſie es ſind, welche das Schwefelkies-Pendel des Abts Fortis beleben, wenn es anders belebt werde, das ſcheint der Gedanke geweſen zu ſeyn, deſſen der Herr Akademicus Ritter voll war, als er an dieſe Verſuche ging. Denn es geſchah, wie der Bericht ſagt, „um das ſo ganz individuell ſcheinende Vermögen des Waſſer- und Metallfühlers Campetti an ein allgemeiner verbreitetes Vermögen anzuknüpfen, daſs Herr Ritter dieſer Pendel gedachte.“ Nur ein ſolcher vorgefaſster Gedanke, verbunden mit dem Eifer, womit man der Verfolgten ſich anzunehmen pflegt, vermögen es, dünkt mich, zu erklären, wie Herr Ritter, und die, welche mit ihm experimentirten, als ſie „die längſt wieder unterdrückten und verworfenen Schwingungen“ in ihrer Hand hervor treten ſahen, dieſe ſo natürliche Ueberlegung völlig aus der Acht laſſen konnten, ob denn auch die vorgeblich Unterdrückten ihres Mitleids werth wären, oder nicht vielmehr ſie täuſchten und in eine böſe Sache zu verwickeln ſuchten. In der That trägt der ganze Bericht die unverkennbarſten Spuren, daſs die Experimentatoren während der erſten Wochen noch gar nicht ernſtlich daran gedacht hatten, daſs allen dieſen Schwingungen bloſs ſubjective Urſachen zum Grunde liegen könnten. Ja ſie fertigen den Gedanken an Möglichkeit einer Täuſchung weiter hin ſo vornehm ab, als ob ſie es übel nähmen, daſs dieſer zudringliche Zweifel ſie in der kindlichen Freude an das ſtören wolle, was die Natur ſie ſo unverhofft finden lieſs. Aber das iſt nicht die Art, wie man zu Entdeckungen kömmt, die bleiben,

und

und nicht das Verfahren des wahren und nüchternen Forſchers, ehe das des begeiſterten Sehers, der der Natur ſeine Geſichte aufdrücken zu können glaubt.

Wenn eine objective Urſache die Erſcheinungen des ſchwingenden Pendels begründet, ſo muſs der Körper, der unter dem Pendel liegt, einen phyſiſchen Einfluſs auf das Pendel, und vielleicht durch dieſes auf irgend etwas ausüben, das in den organiſchen Kräften deſſen begründet iſt, der das Pendel hält. Wie ſoll man ſich dieſen Einfluſs denken? durch welche bekannte Kräfte in der Natur ſoll er begründet und nach welchen bekannten Naturgeſetzen ſoll er bewirkt werden? Daſs der Galvanismus, der ſchon ſo viele Wunder gethan hat, und von dem man uns noch ſo manches verheiſst, auch dieſes ohne groſses Widerſtreben auf ſich nehmen, und vielleicht zugleich die Wunderwerke der Wünſchelruthe mit erklären werde; das mag in den erſten Wochen, nachdem das Pendel angefangen hatte zu ſchwingen, den Experimentatoren vorgeſchwebt haben: allein im Detail hatten ſie dieſen Gedanken wohl noch nicht ausgemahlt, denn in der Ankündigung findet ſich darüber nichts. Auch war es gar nicht leicht, hier die bekannten Geſetze des Galvanismus in Anwendung zu bringen. Was ſoll man bei den kreiſenden Pendeln für die beiden Erreger nehmen? wie ſich die Einwirkung in die Ferne zwiſchen dem Schwefelkieſe und dem Körper unter dem Pendel denken, von der wir bei ſo ſchwachen Graden von Electricität noch kein Beiſpiel haben? Und was ſollen wir vollends zu dem Pendel des Abts For-

tis mit ſeidenem Faden, (ſ. S. 376,) und zu ſeinem Verſuche mit dem Gelde im Kaſten ſeines Schreibetiſches ſagen? Auf alles das war die Antwort ſchwierig. Herr Ritter hat ſeitdem einen ganz eignen Weg durch dieſes dädaliſche Labyrinth aufgefunden. Ein Metallſtreifen, der horizontal auf der Spitze eines ſenkrecht gehaltenen Fingers ſchwebt, iſt ihm der Faden der Ariadne geworden, und ſtatt daſs zuvor das Pendel ihm die Brücke ſeyn ſollte, auf der er den Galvanismus zu der verborgenen Kraft der Metall- und Waſſer-Fühler hinüber zu führen hoffte, hat vielmehr eine Wünſchelruthe im Kleinen, (ſein Balancier,) ihm eine Möglichkeit zeigen müſſen, vom Galvanismus aus, zu den Schwingungen des Pendels zu gelangen; wie das aus den beiden folgenden Münchner Berichten hervor geht. Fehlte es nur nicht an den Beweiſen, daſs bei den Verſuchen nicht vieles, wo nicht alles, auf Täuſchung hinaus läuft! und hätten wir nur völlige Gewiſsheit, daſs man uns nicht Einbildung für Wahrheit giebt, um Gegenſätze, die man der Natur aufdringt, für Offenbarungen gelten zu machen, welche ſie ihren Lieblingen anvertraut hat!

12) Sollte jemand berechtigt ſeyn, von uns viel Glauben zu fordern, an der Richtigkeit ſeiner Art zu ſehen, und an der Genauigkeit, mit der er Erſcheinungen auffaſst, wenn ſein Vortrag es ſo offenbar als hier der vor uns liegende zeigt, daſs er nicht überlegt hat, auf was alles für Umſtände es ankömmt? Das in Ellipſen oder Kreiſen umher laufende Pendel ſoll ſich „über dem Nordpole des Magneten von der linken nach

mechaniſcher Anſtoſs; alle übrigen überlaſſen ſie andern auszuklügeln; ſie ſind ſchon im voraus auf das beſtimmteſte widerlegt. Wahrlich, mit Recht fordert man uns auf, vor ſo groſsen Naturforſchern, vor ſo überlegenen Experimentatoren das Knie zu beugen, und allen auf das Wort zu glauben, was man ſo vorſichtig und mit ſo vieler Umſicht der Natur abgefragt hat.

Doch noch zwei Gründe:

15) „*die Regelmäſsigkeit der Reſultate wird Sie vollends überführen.*“ Dieſe Regelmäſsigkeit kann aber doch ſo groſs nicht geweſen ſeyn, da Herr Ritter damahls gefunden hatte, „daſs der Verſuch mit dem Pendel nicht nur ihm, ſondern *faſt allen* gelinge, die ihn unternahmen“, und da der Verſuch jetzt *nur wenigen*, welche mit der eignen dazu nöthigen Kraft begabt ſind, gelingt. Ueberdies würde die Regelmäſsigkeit der Reſultate nichts für die Richtigkeit der Schlüſſe der Experimentatoren beweiſen, da ſie auch darin ihren Grund haben könnte, daſs die täuſchenden Einflüſſe bei allen Verſuchen, die auf einerlei Art angeſtellt wurden, auf einerlei Art mitwirkten. So etwas findet ſich z. B. bei den Kieler Verſuchen mit dem Pendel, welche der letzte der folgenden Aufſätze erzählt.

16) „*Sie können darüber alle mögliche Experimente anſtellen*“; das klingt nach viel. Eigentlich aber, dünkt mich, ſollten Naturforſcher, die ſo groſse und wichtige Entdeckungen gemacht haben, es nicht erſt dem Leſer überlaſſen, alle mögliche Experimente anzuſtellen, um ſich zu überzeugen. Sie ſollten ihm wenige entſchei-

Gegenſtänden kreiſen liefs; iſt alſo alles Reſultat von Verſuchen, von denen ich glaube dargethan zu haben, daſs ſie ohne Vorſicht, ohne Prüfung angeſtellt ſind, und daher zahlreichen Täuſchungen unterworfen, und ganz unfähig waren, Reſultate zu geben, denen man vertrauen kann. Und doch ſtimmen mit ihnen, wie die beiden folgenden Berichte uns lehren, die Reſultate völlig überein, auf welche ſo wohl die Pendel bei einem andern Verfahren, als auch der Balancier und die eigentliche Wünſchelruthe geführt haben. Was daraus folgt? Der Leſer möge hier für das Erſte ſelbſt den Schluſs ziehen.

14) Dieſes iſt alſo der groſse Beweis, den uns die Münchner Experimentatoren für das geben, worauf in dieſer Sache alles ankam, daſs ſie nämlich nicht etwas bloſs ſubjectives objectiven Urſachen zugeſchrieben, nicht etwas, das allein oder doch gröſsten Theils einem täuſchenden Einfluſs ihres Körpers oder ihrer Vorſtellungen auf den Verſuch zukam, aus phyſiſchen Einflüſſen, welche die Körper auf eine bisher noch unbekannte Art auf einander ausüben ſollen, erklärt, und uns alſo nicht in das Reich der Täuſchungen und der Gaukelſpiele der Phantaſie verſetzt haben. Und dieſer Beweis iſt — eine Appellation „*an das eigne beſtimmte Gefühl, „daſs das Pendel ohne allen mechaniſchen Anſtoſs ſchwingt;*“ und die nachdrucksvolle Verſicherung: „*auf das beſtimm- „teſte wird es jede Vermuthung einer Täuſchung, die man „hierbei ausklügeln könnte, widerlegen.*“ Alſo, das ſind die Täuſchungen alle, von denen die Experimentatoren glaubten allenfalls eine Notiz nehmen zu müſſen: *ein*

mechaniſcher Anſtoſs; alle übrigen überlaſſen ſie andern auszuklügeln; ſie ſind ſchon im voraus auf das beſtimmteſte widerlegt. Wahrlich, mit Recht fordert man uns auf, vor ſo groſsen Naturforſchern, vor ſo überlegenen Experimentatoren das Knie zu beugen, und alles auf das Wort zu glauben, was man ſo vorſichtig und mit ſo vieler Umſicht der Natur abgefragt hat.

Doch noch zwei Gründe:

15) „*die Regelmäſsigkeit der Reſultate wird Sie vollends überführen.*“ Dieſe Regelmäſsigkeit kann aber doch ſo groſs nicht geweſen ſeyn, da Herr Ritter damahls gefunden hatte, „daſs der Verſuch mit dem Pendel nicht nur ihm, ſondern *faſt allen* gelinge, die ihn unternahmen“, und da der Verſuch jetzt *nur wenigen*, welche mit der eignen dazu nöthigen Kraft begabt ſind, gelingt. Ueberdies würde die Regelmäſsigkeit der Reſultate nichts für die Richtigkeit der Schlüſſe der Experimentatoren beweiſen, da ſie auch darin ihren Grund haben könnte, daſs die täuſchenden Einflüſſe bei allen Verſuchen, die auf einerlei Art angeſtellt wurden, auf einerlei Art mitwirkten. So etwas findet ſich z. B. bei den Kieler Verſuchen mit dem Pendel, welche der letzte der folgenden Aufſätze erzählt.

16) „*Sie können darüber alle mögliche Experimente anſtellen*“; das klingt nach viel. Eigentlich aber, dünkt mich, ſollten Naturforſcher, die ſo groſse und wichtige Entdeckungen gemacht haben, es nicht erſt dem Leſer überlaſſen, alle mögliche Experimente anzuſtellen, um ſich zu überzeugen. Sie ſollten ihm wenige entſchei-

ZUSATZ,

einige von den Herren Winterl und Bucholz angeſtellte Verſuche mit dem Schwefelkies-Pendel betreffend.

Ich füge dieſem Commentare zu dem erſten Münchner Berichte noch einige Bemerkungen zu Pendelverſuchen des Herrn Prof. Winterl in Peſth bei, die durch jenen Bericht veranlaſst worden ſind, und die man in dem *Journal für Chemie* des Herrn Gehlen, Band 3, S. 732, findet.

Herr Winterl hat die Verſuche, welche er dort erzählt, mit mehr Ueberlegung als die Münchner Experimentatoren angeſtellt, und erhielt deſshalb ein weit richtigeres Reſultat. Er zog den Faden des Pendels durch eine kurze, enge, unbeweglich befeſtigte Glasröhre, machte an dem obern Ende deſſelben einen dicken Knoten, berührte dieſen mit den Fingern, und legte nun dicht unter den Schwefelkies, der an dem Faden hing, nur $\frac{1}{4}$ Linie von demſelben entfernt, die verſchiedenen Körper, welche durch ihre Einwirkung auf den Schwefelkies das Pendel in Schwingung bringen ſollen, einige rechts herum, andere links herum, wie das S. 404 und 405 gelehrt wird. Allein das Pendel *blieb in vollkommener Ruhe*, er mochte den Pol eines Magneten, oder Metalle, oder Waſſer, oder andere jener Körper nehmen, und es mochte an den Enden ein Schwefelkies oder ein goldener Ring hängen. Deſſelbe geſchah, als er den Faden des Pendels durch ein kleines Loch in einem Tiſche gehen, und auf dieſem die beiden

oder auswärts. Erſteres iſt indeſs ein ſehr uneigentlicher und ſpielender Vergleich, und was letzteres ſagen ſoll, iſt nicht leicht zu errathen. Pennet legte die Wünſchelruthe auf die Finger, (man vergl. S. 372,) ſo thut es alſo auch wahrſcheinlich ſein Schüler Campetti, (vergl. S. 400,) und in ſo fern ſie in ihrer Mitte aufliegt, kann man bei einer drehenden Bewegung derſelben, eine ſehr entfernte Aehnlichkeit mit einem doppelten kreiſenden Pendel finden. Wenn die ſo liegende Ruthe ſich *neigt*, ſo geht das eine Ende derſelben herauf, das andere herab, und doch ſoll die Wünſchelruthe ſich *ein- oder auswärts neigen.* Hat der Berichtserſtatter etwa ſagen wollen, ſie *drehe ſich ein- oder auswärts?* Doch ſelbſt dieſes angenommen, ſo bleibt es ſehr ſchwer, einen Sinn hierin zu finden; denn bewegt ſich nicht immer zugleich das eine Ende einwärts und das andere auswärts, wenn die Ruthe ſich um einen Punkt in ihrer Mitte horizontal auf den Fingern dreht? Zwar beſchreibt Thouvenel oder ſein deutſcher Ueberſetzer, die Bewegung der Wünſchelruthe um nichts beſſer; ich für meinen Theil würde es indeſs nicht für ſehr ehrenvoll halten, ein Phyſiker wie Thouvenel zu ſeyn.

20) Nun, noch einen Schritt weiter, und man belehrt uns, daſs das ganze groſse Gebäude von Polaritäten und Perioden unmittelbare Offenbarungen ſind, die man glauben muſs, ohne nach Gründen zu fragen. Und wehe dann den Armen, die keinen Glauben finden können, und deren Vernunft nichts ohne hinreichende Gründe einſehen will!

ZUSATZ,

einige von den Herren Winterl und Bucholz angeſtellte Verſuche mit dem Schwefelkies-Pendel betreffend.

Ich füge dieſem Commentare zu dem erſten Münchner Berichte noch einige Bemerkungen zu Pendelverſuchen des Herrn Prof. Winterl in Peſth bei, die durch jenen Bericht veranlaſst worden ſind, und die man in dem *Journal für Chemie* des Herrn Gehlen, Band 3, S. 732, findet.

Herr Winterl hat die Verſuche, welche er dort erzählt, mit mehr Ueberlegung als die Münchner Experimentatoren angeſtellt, und erhielt deſshalb ein weit richtigeres Reſultat. Er zog den Faden des Pendels durch eine kurze, enge, unbeweglich befeſtigte Glasröhre, machte an dem obern Ende deſſelben einen dicken Knoten, berührte dieſen mit den Fingern, und legte nun dicht unter den Schwefelkies, der an dem Faden hing, nur ¼ Linie von demſelben entfernt, die verſchiedenen Körper, welche durch ihre Einwirkung auf den Schwefelkies das Pendel in Schwingung bringen ſollen, einige rechts herum, andere links herum, wie das S. 404 und 405 gelehrt wird. Allein das Pendel *blieb in vollkommener Ruhe*, er mochte den Pol eines Magneten, oder Metalle, oder Waſſer, oder andere jener Körper nehmen, und es mochte an den Enden ein Schwefelkies oder ein goldener Ring hängen. Daſſelbe geſchah, als er den Faden des Pendels durch ein kleines Loch in einem Tiſche gehen, und auf dieſem die beiden

Finger, die es hielten, ruhen liefs. Hielt er dagegen das Pendel frei mit aufgehobener Hand, ſo kam es in elliptiſche und dann in kreisförmige Schwingungen, der Schwefelkies mochte nahe über andern Körper hängen oder nicht; und zwar erfolgten die Schwingungen *nach jeder Seite, nach welcher er es wünſchte*, ob er gleich dem Wunſche nicht zu Hülfe kommen wollte.

Alles dieſes giebt einen offenbaren Beweis, daſs die Münchner Experimentatoren bei der übereilten Art, wie ſie ihre Verſuche mit dem Pendel angeſtellt, und aus ihnen Reſultate gezogen haben, allen den in Bemerkung 11 aufgezählten Täuſchungen unterlegen ſind. Und ſollte nicht dieſer Beweis ſelbſt ſie überzeugen, da gegen Herrn Winterl's Autorität *ſie* wenigſtens gewiſs nichts werden einzuwenden haben?

Noch eins iſt in der Erzählung des Herrn Profeſſors Winterl merkwürdig. „Die Pendelverſuche", ſagt er, „beſchäftigen an allen Ecken *die elegante Welt*, für „die das Cottaiſche Morgenblatt geſchrieben iſt; in zwei „Geſellſchaften ſah ich die ſämmtlichen Verſuche wie„derhohlen; *ſie gelangen ohne Ausnahme.*" Man ſieht, wohin es führt, wenn man die elegante Welt, die von allem dem, was dazu gehört, um in Wiſſenſchaften urtheilen zu können, gröſsten Theils gar keinen Begriff hat, zur Stimmgeberin oder zur Richterin bei Gegenſtänden machen will, über die nur der wiſſenſchaftliche Mann urtheilen kann; zur Cranioſkopie, zur Wünſchelruthe und wer weiſs wozu noch ſonſt. Gerade ſo wie die ſo genannte Naturphiloſophie ſich dadurch für einige Jahre auf den Thron geſchwungen hatte, daſs man jun-

ge Leute, welche unſere Univerſitäten, um zu lernen, bezogen, zu Schiedsrichtern in den letzten Angelegenheiten der menſchlichen Vernunft erhob.

Herr Gehlen ſagt in einer Anmerkung, er wolle die Gelegenheit benutzen, von einigen Beobachtungen des Herrn Bucholz Nachricht zu geben, und nun führt er eine Menge Verſuche an, welche Herr Rathsapotheker Bucholz in Erfurt angeſtellt habe, und die den Ausſagen des erſten Münchner Berichts über alle Maſsen günſtig zu ſeyn ſchienen. Damit man mich nicht beſchuldige, ich führe nur das an, was ſich gegen den Münchner Bericht ſagen läſst, und verſchweige, was dafür iſt, ſo halte ich es für meine Pflicht, auch dieſe Verſuche mit wenigen Worten zu commentiren. Die in den Anführungszeichen eingeſchloſſenen Worte, ſind die Erzählung des Herrn Gehlen: „Die im Morgenblatte angegebenen Verſuche gelangen ihm durchgängig ſtatt des Schwefelkieſes mit gemeinem Schwefel.“ Dieſes hat nach dem, was wir von den Täuſchungen, welche bei den Verſuchen mit dem Schwefelkies-Pendel mit einflieſsen, beſonders von den pſychologiſchen, (S. 413,) bemerkt haben, an ſich nichts überraſchendes. Wohl aber würde es das in ſo fern haben, als die angeführten Verſuche von Herrn Bucholz herrühren ſollen, der bekanntlich zu unſern genaueſten Chemikern gehört, und überall in der Chemie kritiſch und überlegt zu Werke geht. Ihn in einem andern Fache der Naturforſchung, wenn es gleich nicht zunächſt das ſeinige iſt, nicht mit der ſonſt an ihm gewohnten Umſicht und Kritik verfahren zu ſehen, das würde al-

lerdings befremden müſſen, wenn er die hier erzählten Verſuche ſelbſt bekannt gemacht hätte. So iſt es aber Herr Gehlen, der ſie uns erzählt, und es bleibt daher ſehr zweifelhaft, wie viel Antheil Herr Bucholz an allen dieſen Ausſagen hat; und ob er nicht vielleicht bei flüchtig angeſtellten Verſuchen, die nicht für das Publikum beſtimmt waren, und keinen chemiſchen Gegenſtand betrafen, mehr mit den Augen eines andern als mit den ſeinigen geſehn hat. — „Die Schwin„gungen ſind bei ihm ausnehmend groſs, 6 Zoll und „mehr im Durchmeſſer, und als Herr Bucholz ſich „mit Herrn Dr. Haberle anfaſste und das Pendel „über deſſen Kopf hielt, betrug der Durchmeſſer mehr „denn 1 Schuh.“ Sehr natürlich, bei der viel ungewiſſern und gezwungnern Lage des Arms. — „Knüpfte „man den Faden an eine Glasröhre oder an eine Sie„gellackſtange, ſo traten keine Schwingungen ein, er„folgten aber, wenn man die Röhre oder die Lack„ſtange nebſt dem Faden und der Hand befeuchtete, ſo „wie ſie Statt fanden, wenn der Faden, ſtatt an jene „Körper, an eine Schere oder andere Metallſtange gebunden war.“ Wankten die Hand oder die Finger ſo, daſs dadurch im Pendel die Kreisbewegung entſtehen muſste, ſo muſste auch das, was man in der Hand oder in den Fingern hielt, und woran das Pendel befeſtigt war, auf dieſelbe Art wanken; alſo das Pendel eben ſo ſchwingen wie zuvor. Blieb die Hand in völliger Ruhe, ſo war daſſelbe mit der Schere und dem daran befeſtigten Pendel der Fall. Daſs alſo bei dem auf dieſe Art gehandhabten Pendel dieſelben pſychologiſchen Täu-

ſchungen wieder eintraten, welche bei der Wiederhohlung der Münchner Verſuche ſo wohl in der eleganten Welt, als von Herrn Winterl mit einem Pendel, das er in freier Hand hielt, Statt gefunden hatten, — dieſes iſt nichts was uns in Verwunderung ſetzen dürfte; eher möchte es der Umſtand ſeyn, daſs der Berichterſtatter an alles das nicht gedacht hat. — „Die „Kreiſe ſind in der flachen Hand von Anfang an vollkommen, ſo wie man aber die Hand umkehrt und den „Rücken derſelben unterhält, gehn ſie durch die Ellipſe in Längenſchwingungen über. Hier iſt doch in „den erwähnten Fällen ſchwerlich an eine dem Faden „mechaniſch mitgetheilte Bewegung zu denken.“ Ja und nein, je nachdem man ſich über das erklären will, was das heiſsen ſoll, mechaniſch mitgetheilte Bewegung. „In die freie Luft gehalten, kam das Pendel nicht, wie „bei Winterl in Schwingung.“ Auch das iſt leicht erklärlich. Alles kam hierbei auf den Glauben an. In dieſem Falle war Herr Bucholz der Gläubige und Herr Winterl der Ungläubige; das zeigt ſich offenbar daraus, daſs Herr Winterl an kritiſche Verſuche dachte, Herr Bucholz aber nach Hrn. Gehlen's Bericht dieſe nicht, oder wenigſtens nicht mit kalter Ueberlegung unternahm. — „Herr Bucholz „fand auch, daſs er Andern, denen die Verſuche erſt „nicht gelangen, dieſe Kraft für den Augenblick mittheilen, oder ſie in ihnen wecken konnte, ſo daſs ſie „nachher ihnen immer gelangen.“ Herr Bucholz weckte nämlich ihren Glauben, und damit war dieſes Wunder geſchehn. *Gilbert.*

3.

NACHRICHT

des Herrn Akademicus Ritter von den Verſuchen mit ſeinem ſo genannten Balancier.

Im Auszuge aus einem am 18ten April geſchriebenen Briefe deſſelben an Herrn Prof. Weiſs aus Leipzig. [21])

Mit einigen Bemerkungen

vom

Profeſſor Gilbert.

Herr Ritter hatte eine lange Reihe von Verſuchen mit der Wünſchelruthe und mit den Pendeln angeſtellt, welche durch die Kräfte in Bewegung kommen, die den Gegenſtand ſeiner Unterſuchungen ausmachen. An die Stelle beider hat er jetzt ein ſehr einfaches Inſtrument geſetzt, das bei weitem ſicherer iſt, ob es gleich weit kleinere Räume durchläuft. Die ſtärkſte Bewegung deſſelben iſt ein Drehen von 45°, indeſs die Wünſchelruthe und ähnliche Inſtrumente mehrere ganze Umdrehungen hinter einander machen können. [22]) Er nennt es *Balancier*.

Dieſer Balancier iſt ein kleiner Stab oder rectangulariſcher Streifen von Kupfer, ungefähr 6 Zoll lang, $\frac{1}{3}$ Zoll breit und von willkührlicher Dicke,

den man auf der Spitze eines ſenkrecht ausgeſtreckten Fingers, während die andern gekrümmt ſind, in recht horizontaler Lage ins Gleichgewicht bringt. Am meiſten eignet ſich dazu der Mittelfinger der linken Hand. Man hält den Finger, der den Balancier trägt, möglichſt unbewegt, und für den Balancier iſt die ſchicklichſte Stellung die, „daſs das eine Ende deſſelben gegen die Perſon gerichtet iſt, welche den Verſuch anſtellt, und das andere Ende nach aufsen.“ Doch hat die Richtung, in welcher der Balancier ſteht, auf den Erfolg keinen Einfluſs. Zum Balancier kann man auch andere Metalle nehmen; ſelbſt Glas oder Siegellack oder Papier; denn es iſoliren hier nur die vollkommenſten Nichtleiter der Electricität, wie z. B. Schellack, und nur ſie kömmen als Balancier nicht in Bewegung. Es iſt gut, die Spitze des Fingers, auf der der Balancier aufliegt, mit einer leitenden Flüſſigkeit etwas zu befeuchten; je beſſer ſie leitet, deſto ausgezeichneter iſt der Erfolg. Nimmt man dazu Oehl, ſo bleibt aller Erfolg aus; Oehl iſolirt aber auch faſt eben ſo gut als Schellack.

Den Balancier in Bewegung zu ſetzen, dazu gehört eine beſondere Kraft, mit der ziemlich wenige begabt ſind; ihre Zahl iſt ſehr viel kleiner als die Zahl derer, für welche die Wünſchelruthe empfindlich iſt; doch hat Hr. Ritter deren einige, theils Männer, theils Frauen gefunden.[23]) Der Balancier kömmt unter beſtimmten Umſtänden nach einer

beſtimmten Richtung in Bewegung, welches auch ſeine anfängliche Lage geweſen iſt. Folgendes ſind die gewöhnlichen Erſcheinungen:

1. Bei Campetti, und ſo im Allgemeinen bei *Männern*, kömmt der Balancier, wenn er auf die angegebene Art auf eine der Fingerſpitzen der *linken Hand* gelegt wird, ſehr bald in eine drehende Bewegung, und zwar auf dem Mittelfinger, dem Zeigefinger oder dem Daumen dreht er ſich nach *aufsen*, d. h., nach der *rechten* Seite, dagegen auf dem Ringfinger und auf dem kleinen Finger nach *innen*, d. h., nach der *linken* Seite. [24]) Die Finger der *rechten Hand* ſtehn mit den gleichnamigen der linken Hand, in Abſicht der Richtung, nach welcher der Balancier ſich dreht, nach Herrn Ritter im Gegenſatze.

2. *Frauen*, welche die eigenthümliche Kraft beſitzen, theilen dem Balancier unter den gleichen Umſtänden, Bewegungen nach entgegen geſetzter Richtung als die Männer mit. [25])

3. Steht die Perſon während der Verſuche mit Metallen oder einigen andern Körpern in Berührung, ſo hat dieſes auf die Richtung, nach welcher der Balancier ſich dreht, groſsen Einfluſs. Wenn Campetti, während er den Balancier auf dem Mittelfinger der linken Hand trägt, Zink, Zinn, Blei oder Stahl unter ſeinen Füſsen hat, ſo erfolgt die Bewegung „nach einer der gewöhnlichen *entgegen geſetzten* Richtung, d. h., der Streifen geht von der Rechten zur Linken.“ Iſt es Eiſen, Kupfer, Meſſing, Gold, Silber, Kohle, Reiſsblei, —

u. ſ. w., ſo geſchieht das Drehen nach der *gewöhnlichen* Richtung mit gröſserer Kraft.

Auf dieſelbe Art, wie die mit + bezeichneten Metalle, wirken auch: der *Nordpol* eines Magnetſtabes, das *obere* Ende irgend einer Frucht, die *Wurzel* ſammt dem Theile des Stammes eines Baumes, der ihr zunächſt iſt, und der *Kopf* eines Kindes oder Mannes. Auf gleiche Art mit denen mit — bezeichneten Metallen wirken der *Südpol* eines Magnetſtabes, das nach dem Stiele zu gerichtete Ende einer Frucht, das *obere* Ende eines Baumes oder einer Pflanze, das *Kinn* und die *Fuſsſohlen* eines Kindes, eines Mannes, u. ſ. w.

Selbſt die Farben des Prisma und die ſtrahlende Wärme und Kälte hat Hr. Ritter in dieſer Hinſicht unterſucht.[26])

4. Die hier genannten Körper äuſsern ihre Einwirkung auf die Bewegung des Balanciers ſchon dann, wenn Campetti ſie nur mit einem der Finger der andern Hand, oder mit andern Gliedmaſsen berührt; aber auch hier zeigt ſich wieder der vorige Gegenſatz in den Fingern und ein ähnlicher in den übrigen Gliedmaſsen. Berührt er, während der Balancier auf dem Mittelfinger der linken Hand liegt, Zink mit dem Mittelfinger der rechten Hand, ſo dreht der Balancier ſich eben ſo, als wenn er Zink unter den Füſsen hätte; dagegen nach entgegen geſetzter Richtung, oder nach aufsen, wenn er ihn mit dem kleinen Finger der rechten Hand berührt. Bei Kupfer findet das entgegen geſetzte Statt. Die

Ord-

Ordnung in den beiden Reihen der Körper bleibt für jedes Gliedmafs unverändert ein und dieſelbe, wie ſie oben genannt ſind. [27])

5. Es iſt nicht einmahl nöthig, daſs eine wirkliche Berührung zwiſchen dieſen Körpern und den Gliedmaſsen Statt finde. Campetti braucht die Spitze des Mittelfingers der rechten Hand einem dieſer Körper nur bis auf 1 Zoll zu nähern, um den Balancier in Bewegung zu ſetzen; doch iſt bei völliger Berührung das Drehen ſtärker. [28])

6. Nimmt man einen Balancier aus Zink und einen aus Kupfer, und legt einen über den andern auf die Spitze des linken Mittelfingers, ſo wird, wenn der von Zink unten liegt, die gewöhnliche Bewegung des Balanciers *nach aufsen* ſehr verſtärkt; wenn dagegen der von Kupfer unten liegt, ſo geht die Bewegung nach der andern Seite, oder *nach innen* vor ſich. Und dieſes giebt ein Mittel ab, wie man die Electricität, die in der Berührung zweier Körper entſteht, der Art nach erkennen kann.

7. Ruht der einfache Balancier wie gewöhnlich auf dem linken Mittelfinger, und taucht man einen der Finger der rechten Hand in ruhiges *Waſſer*, oder in *Erde*, die mit reinem Waſſer genäſst iſt, ſo wird der Balancier ſogleich unbeweglich. Iſt das Waſſer dagegen in Bewegung, ſo dreht ſich der Balancier nach aufsen; und befindet ſich unter dem ruhigen Waſſer ein Metall oder die Wurzel einer Pflanze, ſo dreht ſich der Balancier ſo, als hätte man dieſe Körper unmittelbar berührt. Wenn Campetti

ſo ein Sechseck und ein Viereck; ein Fünfeck aber dreht ſich nach den entgegen geſetzten Richtungen, und ein gleichſeitiges Dreieck oſcillirt beſtändig zwiſchen dieſen hin und her, dreht ſich erſt wie das Fünfeck, dann wie das Viereck, darauf wieder wie das Fünfeck, u. ſ. f.

Gerade ſo dreht ſich auch der gewöhnliche Balancier auf dem linken Mittelfinger, wenn Campetti mit dem rechten Mittelfinger den Mittelpunkt dieſer Figuren berührt.

„Welchen Einfluſs die regelmäſsigen Körper auf die Bewegung des Balanciers haben, hat Herr Ritter noch nicht unterſucht; es iſt ſeine Abſicht, dieſe Art von Unterſuchungen fortzuſetzen.“

12. Wie mancher kleine Umſtand bei allen dieſen Verſuchen mit in Betracht kömmt, davon iſt folgendes ein Beweis. Es hatten mehrere irgend ein Metall in Papier gewickelt, um es unter die Füſse Campetti's zu legen, der den Balancier ſchwebend hielt. „Als Herr Ritter genau wuſste, an welcher Stelle des Fuſses das Metall lag, fragte er nach der Anzahl von Lagen des Papiers, welche das Metall umgaben, und errieth dann auf der Stelle aus der Bewegung des Balanciers die Art des eingewickelten Metalles. Sagte man ihm dieſe, ſo rieth er umgekehrt die Zahl der Papierlagen. [31])

Was die Theorie dieſer Erſcheinungen betrifft, ſo glaubt Herr Ritter ſie alle der Electricität zuſchreiben zu müſſen. Es iſt ihm geglückt, ähnliche Wirkungen durch die beiden Pole einfacher galvani'ſcher Ketten, durch die Voltaiſche Säule, durch

die Leidner Flaſche und durch die beiden Electricitäten, der Electriſirmaſchine hervor zu bringen, theils mit, theils ohne Iſolatoren; und er hofft dereinſt noch alle dieſe Erſcheinungen mit Vorrichtungen hervor zu bringen, zu denen nichts Belebtes kömmt, und dann nicht ferner jenes ausnehmend feinen und empfindlichen Inſtruments zu bedürfen, das auf den phyſiologiſchen Kräften lebender Weſen und insbeſondere der menſchlichen Nerven beruht.

Er beweiſt durch viele andere Verſuche, daſs der Balancier ſich gerade ſo bewegt, als wenn in den Finger, der ihn trägt, poſitive Electricität träte. Und dieſes findet in der That Statt. Der Finger wirkt als feuchter Leiter, und es geſchieht nach dem Geſetze der Electricitätserregung nach der zweiten Klaſſe, daſs die Balanciers in Bewegung oder in electriſche Spannung mit dem Finger treten, indem der Finger $+E$, das Metall $-E$ erhält; beide Electricitäten zeigt in ihnen der Voltaiſche Condenſator, (und das gerade auf dieſe Art,) ſehr merklich. Ein Condenſator, deſſen Deckel aus demſelben Metalle als der Balancier beſteht, und dem dieſer, indem er ſich dreht, ſeine Electricität mittheilt, zeigt einerlei Electricität, nach welcher Richtung auch der Balancier ſich dreht. Die Electricität des Fingers, welche immer poſitiv iſt, wirkt nun weiter auf den Nerven, und je nachdem dieſes dem Geſetze der Electricitätserregung der erſten Klaſſe oder dem der zweiten Klaſſe gemäſs geſchieht, beſtimmt der Nerve die Erſcheinungen auf eine verſchiedene Art, und ſo, wie ſie wirklich er-

ſo ein Sechseck und ein Viereck; ein Fünfeck aber dreht ſich nach den entgegen geſetzten Richtungen, und ein gleichſeitiges Dreieck oſcillirt beſtändig zwiſchen dieſen hin und her, dreht ſich erſt wie das Fünfeck, dann wie das Viereck, darauf wieder wie das Fünfeck, u. ſ. f.

Gerade ſo dreht ſich auch der gewöhnliche Balancier auf dem linken Mittelfinger, wenn Campetti mit dem rechten Mittelfinger den Mittelpunkt dieſer Figuren berührt.

„Welchen Einfluſs die regelmäſsigen Körper auf die Bewegung des Balanciers haben, hat Herr Ritter noch nicht unterſucht; es iſt ſeine Abſicht, dieſe Art von Unterſuchungen fortzuſetzen.“

12. Wie mancher kleine Umſtand bei allen dieſen Verſuchen mit in Betracht kömmt, davon iſt folgendes ein Beweis. Es hatten mehrere irgend ein Metall in Papier gewickelt, um es unter die Füſse Campetti's zu legen, der den Balancier ſchwebend hielt. „Als Herr Ritter genau wuſste, an welcher Stelle des Fuſses das Metall lag, fragte er nach der Anzahl von Lagen des Papiers, welche das Metall umgaben, und errieth dann auf der Stelle aus der Bewegung des Balanciers die Art des eingewickelten Metalles. Sagte man ihm dieſe, ſo rieth er umgekehrt die Zahl der Papierlagen. [31])

Was die Theorie dieſer Erſcheinungen betrifft, ſo glaubt Herr Ritter ſie alle der Electricität zuſchreiben zu müſſen. Es iſt ihm geglückt, ähnliche Wirkungen durch die beiden Pole einfacher galvani'ſcher Ketten, durch die Voltaiſche Säule, durch

die Leidner Flasche und durch die beiden Electricitäten der Electrisirmaschine hervor zu bringen, theils mit, theils ohne Isolatoren; und er hofft dereinst noch alle diese Erscheinungen mit Vorrichtungen hervor zu bringen, zu denen nichts Belebtes kömmt, und dann nicht ferner jenes ausnehmend feinen und empfindlichen Instruments zu bedürfen, das auf den physiologischen Kräften lebender Wesen und insbesondere der menschlichen Nerven beruht.

Er beweist durch viele andere Versuche, dass der Balancier sich gerade so bewegt, als wenn in den Finger, der ihn trägt, positive Electricität träte. Und dieses findet in der That Statt. Der Finger wirkt als feuchter Leiter, und es geschieht nach dem Gesetze der Electricitätserregung nach der zweiten Klasse, dass die Balanciers in Bewegung oder in electrische Spannung mit dem Finger treten, indem der Finger $+E$, das Metall $-E$ erhält; beide Electricitäten zeigt in ihnen der Voltaische Condensator, (und das gerade auf diese Art,) sehr merklich. Ein Condensator, dessen Deckel aus demselben Metalle als der Balancier besteht, und dem dieser, indem er sich dreht, seine Electricität mittheilt, zeigt einerlei Electricität, nach welcher Richtung auch der Balancier sich dreht. Die Electricität des Fingers, welche immer positiv ist, wirkt nun weiter auf den Nerven, und je nachdem dieses dem Gesetze der Electricitätserregung der ersten Klasse oder dem der zweiten Klasse gemäss geschieht, bestimmt der Nerve die Erscheinungen auf eine verschiedene Art, und so, wie sie wirklich er-

in dem (im Oktober erſchienenen) Maiſtücke des Gehlen'ſchen Journals für Chemie, S. 114.

22) Man vergleiche S. 373.

23) Nach Herrn Gehlen's Verſicherung gehört zu den letztern die eigene Frau des Herrn Ritter.

24) Auch hier wieder fehlen weſentliche Beſtimmungen, gerade ſo, als im vorigen Berichte bei der Angabe der Richtung, in welcher das Schwefelkies-Pendel herum läuft, und es paſst daher die dort gemachte Bemerkung 12) auch hierher. Wenn das eine Ende des Balanciers ſich nach der linken Seite eines Menſchen bewegt, ſo bewegt das andere Ende ſich nach der rechten Seite deſſelben Menſchen; es iſt alſo nichts beſtimmt, ſetzt man nicht weitere Beſtimmungen hinzu. Es kömmt hierbei ſo wohl auf eine Beziehung auf die Perſon an, von deren Seiten die Rede ſeyn ſoll, als auf das Ende des Balanciers, nach deſſen Richtung die Richtung des Drehens ein für alle Mahl beſtimmt werden ſoll. Und da wäre es wohl am natürlichſten geweſen, man hätte die Perſon, welche den Balancier auf

dem linken Mittelfinger trägt (*LR*), und das nach ihr gekehrte Ende des Balanciers (α) auf einander bezogen. Dann würde ein Drehen *nach innen*, (und darunter weiſs ich nichts anderes zu verſtehen, als von der Seite nach der Bruſt zu,) ein Drehen nach der *rechten Hand* zu geweſen ſeyn, und alles war völlig beſtimmt. In

Sie werden aber einſt beweiſen können, daſs alle dieſe Erſcheinungen, und viele andere allgemein bekannte, die bisher eben ſo wenig unterſucht ſind, mit den groſsen phyſiſchen Einwirkungen der Geſtirne und des Univerſums auf unſre Erdkugel in ſehr naher Verbindung ſtehn, welche nicht darauf beſchränkt ſind, die Erdmaſſe durch eine mechaniſche Bewegung im Raume um die Sonne zu wälzen, ſondern auch in die innerſte phyſikaliſche und chemiſche Beſchaffenheit des Erdkörpers eingreifen, und ſich an jedem belebten Individuum, und ſelbſt an der geringſten Kleinigkeit, welche auf der Erdkugel exiſtirt, weit charakteriſtiſcher und weſentlicher offenbaren. Alsdann wird man auch die Phyſik und die Phyſiologie aus einem umfaſſendern und wahrern Geſichtspunkte betrachten. [33])

EINIGE BEMERKUNGEN

zu den vorſtehenden Nachrichten,

von

GILBERT.

21) Auch dieſe Erzählung, wie ſo viele ähnliche von Verſuchen des Herrn Ritter, iſt urſprünglich bloſs in einer Zeitſchrift des Auslandes bekannt gemacht worden, und zwar gegenwärtige in der *Biblioth. Britannique, Scienc. et Arts*, Mai 1807, Vol. 35, p. 80 f. Ich habe den Vortrag an mehrern Stellen ins Kürzere zuſammen gezogen; er iſt aber der Materie nach vollſtändig, und folgt, wo es darauf ankam, ſelbſt den Worten des Originals. Eine durchaus wörtliche Ueberſetzung ſteht

in dem (im Oktober erſchienenen) Maiſtücke des Gehlen'ſchen Journals für Chemie, S. 114.

22) Man vergleiche S. 373.

23) Nach Herrn Gehlen's Verſicherung gehört zu den letztern die eigene Frau des Herrn Ritter.

24) Auch hier wieder fehlen weſentliche Beſtimmungen, gerade ſo, als im vorigen Berichte bei der Angabe der Richtung, in welcher das Schwefelkies-Pendel herum läuft, und es paſst daher die dort gemachte Bemerkung 12) auch hierher. Wenn das eine Ende des Balanciers ſich nach der linken Seite eines Menſchen bewegt, ſo bewegt das andere Ende ſich nach der rechten Seite deſſelben Menſchen; es iſt alſo nichts beſtimmt, ſetzt man nicht weitere Beſtimmungen hinzu. Es kömmt hierbei ſo wohl auf eine Beziehung auf die Perſon an, von deren Seiten die Rede ſeyn ſoll, als auf das Ende des Balanciers, nach deſſen Richtung die Richtung des Drehens ein für alle Mahl beſtimmt werden ſoll. Und da wäre es wohl am natürlichſten geweſen, man hätte die Perſon, welche den Balancier auf

dem linken Mittelfinger trägt (*LR*), und das nach ihr gekehrte Ende des Balanciers (*α*) auf einander bezogen. Dann würde ein Drehen *nach innen*, (und darunter weiſs ich nichts anderes zu verſtehen, als von der Seite nach der Bruſt zu,) ein Drehen nach der *rechten Hand* zu geweſen ſeyn, und alles war völlig beſtimmt. In

Herrn Ritter's Bericht wird aber Drehen *nach aufsen* und nach der *rechten Seite* zuſammen geſtellt. Er muſs alſo die Sache anders nehmen. Dann ſind aber wieder mehrere Möglichkeiten, über die ein genauer Beobachter uns nicht würde in Ungewiſsheit gelaſſen haben. Bezieht Herr Ritter etwa die Bewegung des einen Ende des Balanciers (α oder β) auf den gegen über ſtehenden Beobachter (lr)? Dann wäre zwar ein Drehen nach aufsen zugleich ein Drehen nach der rechten Seite, allein die wahre Bewegung des Balanciers bliebe gänzlich unbeſtimmt, da nicht angegeben wird, welches Ende deſſelben dazu dienen ſoll, ſie zu beſtimmen; auch wäre es in der That höchſt ſonderbar, wollte man den gegen über ſtehenden Beobachter, deſſen Stand veränderlich iſt, zum Beſtimmungsgrunde der Seite nehmen, nach welcher der Balancier ſich dreht. Ich glaube daher vielleicht, Herr Ritter bezieht die Ausdrücke: *nach innen* und *nach aufsen*, auf das eine Ende des Balanciers, und zwar auf das Ende (α), welches nach der Perſon gerichtet iſt, die den Balancier trägt; und die Ausdrücke: *nach der rechten*, oder: *nach der linken Seite*, auf das andere Ende des Balanciers (β), welches von dieſer Perſon abgewendet und dem Experimentator zugekehrt iſt. (Dreht ſich α nach R, ſo geht β nach A.) So ſonderbar und unmathematiſch eine ſolche Beſtimmungsart auch ſeyn mag, ſo iſt ſie doch noch die vortheilhafteſte Annahme. Weiter hin leſen wir: „die Bewegung erfolgte nach einer der gewöhnlichen entgegen geſetzten Richtung; d. h., der „Streifen geht von der Rechten zur Linken.“ Soll man nicht eine ganz falſche Vorſtellung auffaſſen, (daſs näm-

lich der Streifen in paralleler Lage von der Rechten zur Linken fortgerückt ſey,) ſo muſste das Ende des Balanciers bezeichnet werden, von dem die Rede iſt; aber ſelbſt hier geſchieht dieſes nicht. Unmöglich kann ſo etwas viel Zutrauen zu einem Experimentator erwecken, am wenigſten bei denen, die an völlige Klarheit und an Schärfe gewöhnt ſind.

25—31) Wer bewundert es nicht, wohin ein Metallſtreifen, belebt von der ſeltenen Kraft, welche der Himmel Campetti'n, und einigen wenigen Auserwählten verliehen hat, in einer Zeit von kaum 12 Wochen Herrn Ritter und ſeine Mitexperimentatoren führen konnte? Zuerſt ſehen wir hier 25) *drei Polaritäten*, immer eine in der andern: Mann und Frau, linke und rechte Hand, äuſsere und innere Finger. Darauf kommen 26) zwei Reihen von Verſuchen, von denen die erſte den Galvanismus von weitem her einführt, und die zweite ſich künftig einmahl wird gebrauchen laſſen, das electriſche Syſtem der Körper mit weniger Schwierigkeit dem Dualismus anzupaſſen. Alsdann zeigt ſich uns 27) der Conflict der Polaritäten und ein feſtes Geſetz im Dualismus. Wir nähern uns dann 28) der Wünſchelruthe und dem Schwefelkies-Pendel, und erreichen die erſtere 29), wobei man oben S. 375, 4. vergleiche. Dann tritt noch 30) das von Herrn Ritter entdeckte, von Herrn Pfaff aber beſtrittene und widerlegte Geſetz der Polarität in der Reizbarkeit der Muskeln durch den Galvanismus hervor, ſo wie es ſich in den Extenſoren und Flexoren zeigt. Und nun geht es weiter hin 31) in das wahre Magiſche der Sache,

in die Gewalt der Zahlen und in die Macht der Figuren. — Dafs es in der Natur, faſt überall, wo man hinblickt, Gegenſätze und geheime Einflüſſe der Art giebt, wie ſie uns Herr Ritter als Reſultate ſeiner Verſuche mit dem Balancier ſchildert, hatte ſich bisher der groſse Haufe der Naturforſcher auch nicht einmahl träumen laſſen. Nur die Wenigen hatten davon ein Ahndung, welche mit Hrn. Ritter den Dualismus für das höchſte Princip in der Phyſik anerkannten, d. h., welche meinten, die ganze Natur ſey überall nichts als Gegenſatz, und dieſe Idee ſey es, welche die Naturforſchung leiten und der Anordnungsgrund der Naturlehre werden müſſe, (vergl. S. 419.) Ihre Anſicht ſchien den Phyſikern eine Chimäre: hier tritt ſie nun aber aus der Wunderkraft Campetti's plötzlich in die Wirklichkeit hervor. Faſt möchte man mit dem Himmel rechten, daſs er dieſe Kraft ſo ſparſam ertheilt und es nur wenigen Glücklichen möglich gemacht hat, ſich von jenen Geheimniſſen der Natur zu überzeugen; und faſt möchte man mit Herrn Maréchaux zürnen, daſs er in dem fünften Aufſatze ein Zeugniſs von einem Augenzeugen beibringt, durch das man an der Wahrheit alles deſſen, was man uns als Reſultate der Verſuche mit dem Balancier angiebt, allein ſchon irre werden muſs.

32) Hier hätten wir alſo eine Theorie, welche alles aus den einfachen Grundgeſetzen des Galvanismus zu erklären, und daher allen den Wundern, die man uns erzählt, das Wunderbare zu benehmen ſcheint. Es iſt der Mühe werth, daſs wir ſie Schritt für Schritt etwas genauer prüfen.

a. Der Grundſtein derſelben iſt der Satz: daſs der Finger als feuchter Leiter, und der Balancier, in ihrer Berührung, nach dem Geſetze der Electricitäts-Erregung der zweiten Klaſſe wirken, und daher der Finger hier *poſitiv* electriſch, der Balancier dagegen *negativ* electriſch werde. Dafür ſind die Beweisgründe: 1. das Geſetz der Electricitäts-Erregung der zweiten Klaſſe; 2. der Condenſator, der im Finger $+E$, im Balancier $-E$ ſehr merklich zeigt; 3. ſehr viele Verſuche, welche zeigen, daſs der Balancier ſich gerade ſo bewegt, als wenn in den Finger, der ihn trägt, poſitive Electricität träte.

Daſs jeder feuchte Körper in Berührung mit jedem feſten Körper, (der Balancier darf ſelbſt aus Glas und Siegellack beſtehen,) nur in dem erſten Augenblicke negativ, bei fortgeſetzter Berührung aber, wenn zwiſchen ihnen die Oxydirung überhand nimmt, poſitiv electriſch werde, — (Hr. Ritter ſetzt hierein die Electricitäts-Erregung der erſten und die der zweiten Klaſſe zwiſchen einem feuchten und einem trockenen Körper;) — dies iſt keins der Voltaiſchen Fundamentalgeſetze, ſondern eins der Geſetze, welche Herr Ritter aufzuſtellen geſucht hat. *) Er wird es uns nicht verübeln, wenn wir darein nur ein kleines Zutrauen ſetzen. Geſteht er doch ſelbſt, daſs dieſes Geſetz nicht überall auf unmittelbaren Verſuchen, ſondern zum Theil „auf einem „Calcul beruhe, in deſſen Beſitz er ſich geſetzt habe, „der auf den approbirteſten Grundſätzen der Electrici„tät beruhe, und mit dem ſich in Gegenden eindringen

*) In ſeinem *electriſchen Syſteme der Körper*, Leipz. 1805.

„laſſe, wo der unmittelbare Verſuch nicht mehr möglich „iſt.“ Der Finger wirkt nur dann als feuchter Leiter, wenn er mit einer leitenden Flüſſigkeit durchnäſst iſt, ohnedem, vermöge der Haut, als trockner Körper und als Iſolator. Nun fordert zwar Herr Ritter gleich zu Anfang eine Benetzung des Fingers als weſentliche Bedingung: da aber die Wünſchelruthe ſich gerade ſo als ſein Balancier, und nach denſelben Geſetzen dreht, Pennet aber und andere, welche mit der Wünſchelruthe operirt haben, die Hand nicht benäſsten, und doch die Baguette in ihrer trocknen Hand umher lief oder ſchlug; ſo kann es uns Herr Ritter nicht verdenken, wenn in uns die Meinung entſteht, er habe jene Bedingung aus ſeiner Theorie, nicht aus der Erfahrung genommen.

Aber Herr Ritter verſichert uns, der Condenſator zeige beide Electricitäten ſehr merklich, und es werde auch durch ſehr viel andere Verſuche bewieſen, daſs in den Finger + E treten müſſe. — Hier offenbart ſich nun der Nachtheil, den es bringt, Entdeckungen angekündigt und Reihen von Verſuchen beſchrieben zu haben, welche die Probe nicht beſtehen. Herr Ritter hatte nach ſeiner Verſicherung die electriſche Polarität der Erde, die bleibende Ladung von Nadeln im Kreiſe der Voltaiſchen Säule, und die chemiſchen Wirkungen magnetiſcher Batterieen, durch eine ſolche Menge von Verſuchen bewährt, daſs es kaum noch erlaubt ſchien, an der Richtigkeit dieſer groſsen Entdeckungen zu zweifeln: Und doch, als Erman ſie prüfte, zeigte es ſich, daſs ſie alle unrichtig waren. Wie kann man daher verlangen, daſs wir uns mit bloſsen Verſicherungen des

Herrn Ritter begnügen, und auf sie irgend etwas bauen sollen?

b. Die im Finger erweckte positive Electricität erregt Electricität im Nerven des Fingers, wobei sich aber eine Polarität zwischen den innern und äussern Fingern jeder Hand zeigt. In den einen geschieht nämlich diese Electricitätserregung nach dem Gesetze der ersten, in den andern nach dem Gesetze der zweiten Klasse, wie diese Herr Ritter entdeckt hat.

Das geht schon sehr ins Feine; und wie viel Mühe, wie viel Zeit müfste nicht dazu gehört haben, dieses durch Versuche mit dem Condensator zu bewähren, wenn man bedenkt, dafs Volta Jahre lang experimentirt hat, ehe es ihm glückte, in Besitz seiner Fundamentalversuche zu kommen, und dafs die Electricitätserregung zwischen Metall und einer wässerigen Flüssigkeit im Vergleiche mit der zwischen zwei verschiedenen Metallen nach Volta so klein ist, dafs sie gegen diese fast gar nicht in Betrachtung kömmt.

c. Wie die in den Nerven erregte Electricität das Drehen des Balanciers bewirkt, und warum bei entgegen gesetzten Electricitäten das Drehen nach entgegen gesetzter Richtung erfolgt; darüber finden wir hier weiter nichts, als „ 1. dafs es nach dem Gesetze der Electri„citätserregung der zweiten Klasse geschieht, dafs die „Balanciers in Bewegung oder in electrische Spannung „mit dem Finger treten", und 2. dafs der Nerve die Erscheinungen bestimmt, so wie sie wirklich erfolgen, auf entgegen gesetzte Art, je nachdem in ihm die entgegen gesetzte Electricität erregt wird.

Dieses läfst indefs über die Art, wie Herr Ritter

ſich die Entſtehung des Drehens des Balanciers vorſtellt, alles im Dunkel. Und doch ſcheint mir gerade dieſes ein Hauptpunkt bei der Sache, und ein Umſtand zu ſeyn, auf dem faſt alles ankommt, um unſer Urtheil über ſie zu beſtimmen. Durch Anziehung oder Abſtoſsung oder durch irgend eine Art von Vertheilung, kann das Drehen des Balanciers auf der Fingerſpitze, ſo viel ich einſehe, nicht hervor gebracht werden. Denn 1. iſt die Electricität, welche hier ins Spiel kömmt, viel zu ſchwach, um auf dieſe Art den aufliegenden Balancier bewegen zu können; 2. iſt der Nerve durch das, was Herr Ritter hier den Finger nennt, von dem Balancier getrennt; und 3. liegt der Balancier auf der kugelförmigen Fingerſpitze, es kann alſo ſelbſt durch Einwirkung einer viel ſtärkern Electricität des Fingers auf die des Balanciers kein Drehen im Balancier bewirkt werden, da ihn immer gleiche Kräfte nach entgegen geſetzten Richtungen ſollicitiren. Es bleibt alſo, ſo viel ich einſehe, nichts anderes übrig, als daſs man ſich hier eine Analogie mit den im Froſchſchenkel durch Electricität bewirkten Zuckungen denkt, d. h., daſs der durch die Electricität gereizte Nerve dieſen Reiz in die Muskeln, in die er ausläuft, überträgt, und dadurch die ſichtbare Bewegung hervor bringt. In dieſem Falle würde aber nicht der Balancier über dem ruhenden Finger ſich drehen, ſondern *der Finger würde ſich mit dem auf ihm in Ruhe liegenden Balancier drehen*, F (oder auf ſonſt eine andere Art bewegen, daſs dadurch der Balancier ins Drehen käme,) und zwar bei entgegen geſetzten Electricitäten, die den Nerven ergreifen, nach entgegen geſetzten Richtungen, wobei den Gläubigen

F cf. b. xxvii. p. 181. a.

vielleicht der Ritter'ſche Gegenſatz in den Flexoren und Extenſoren zu Hülfe kömmt. — Iſt das wirklich der Fall, daſs der Finger ſich bewegt, und daſs nicht bloſs auf ihm der Balancier ſich dreht; ſo brauchen wir nicht weiter zu ſuchen, wo der Grund der Täuſchungen verborgen iſt, denen Hr. Ritter und ſeine Mitexperimentatoren auch bei dieſen Verſuchen mit dem Balancier unterlegen haben. Alles, was von den pſychologiſchen Einflüſſen auf die Schwingungen des Pendels oben (S. 413) geſagt worden iſt, gilt alsdann mit wenigen Abänderungen auch von den Drehungen des Fingers, der den Balancier trägt, und es iſt nicht ſchwierig, zu den oben angegebenen phyſiologiſchen Gründen der Täuſchung, hier ähnliche aufzufinden; welches ich indeſs dem Leſer überlaſſe. Da der Balancier genau auf dieſelben Reſultate führen ſoll, als die Schwefelkies-Pendel, und letztere ganz ohne Streit, einer Menge täuſchender Einflüſſe unterworfen ſind; ſo müſſen dieſelben auch auf den Balancier einwirken. Wir ſind hier auf eine Möglichkeit gekommen, wie dieſes zugehen könnte; und ſie iſt, ſo viel ich abſehe, die einzige, die ſich annehmen läſst. Dadurch wird die obige Vermuthung zur groſsen Wahrſcheinlichkeit.

d. Aber es iſt Hrn. Ritter geglückt, wie er ſagt, ähnliche Wirkungen, als ſich am Balancier bei Campetti zeigen, durch die beiden Electricitäten der einfachen galvani'ſchen Kette, der Voltaiſchen Säule, der Leidner Flaſche, und der Electriſirmaſchine auf verſchiedene Art hervor zu bringen; und er hofft noch ſie dereinſt ohne alle Mitwirkung der Nerven oder von etwas Belebtem hervor zu rufen.

So

ſto gröſsern Schärfe ſtreben, je ſchwieriger ihre Unterſuchungen werden.

Eine Geſellſchaft von Männern, welche ſich mit den verſchiedenen Zweigen der Phyſik und der Chemie beſchäftigen, hat ſich in der Abſicht vereinigt, um ihre einzelnen Kräfte durch eine Verbindung zu verſtärken, welche auf gegenſeitige Achtung, und auf Aehnlichkeit der Neigungen und des Studium gegründet iſt, ohne die Nachtheile einer zu zahlreichen Vereinigung zu haben. Folgendes ſind ihre Statuten:

Sie verſammelt ſich alle 14 Tage zu Arcueil. Ihre Zuſammenkünfte ſind beſtimmt, neue Verſuche zu wiederhohlen, welche dieſes durch das Aufſehen, das ſie machen, verdienen, oder welche Beſtätigung erfordern, oder welche von einem Mitgliede der Geſellſchaft vorgeſchlagen ſind, beſonders wenn ſie beſonderer Apparate bedürfen, oder wenn der, der ſie anſtellt, Gehülfen, Zeugen oder Rath dabei zu haben wünſcht.

Alle Abhandlungen, welche unter den Schriften der Geſellſchaft erſcheinen ſollen, werden einer Discuſſion unterworfen; der Verfaſſer behält aber völlige Freiheit der Meinungen, und er hat ſie allein zu verantworten.

Jeder übernimmt es, ein oder mehrere Journale und neu erſcheinende Werke zu leſen, welche die Wiſſenſchaft betreffen, mit der er ſich beſonders beſchäftigt. Der Bericht über ſie wird in der Verſammlung abgeſtattet.

II.

Die Geſellſchaft von Arcueil,

geſchrieben

von

BERTHOLLET.

Die Phyſik und die Chemie, deren Verbindung täglich inniger wird, werden in einem groſsen Theile von Europa mit einem ſolchen Wetteifer betrieben, daſs von allen Seiten her Entdeckungen hervor treten, deren eine ſchnell der andern folgt. Widerſprechende Meinungen ſcheinen indeſs oft Ungewiſsheit über die Reſultate zu verbreiten, und die Verſuche ſelbſt werden immer ſchwieriger.

Sollen wir in dieſen Kenntniſſen wahre und bleibende Fortſchritte machen, ſo müſſen die Thatſachen mit groſser Schärfe dargeſtellt, die Mittel, ſie aufzufinden, vervollkommnet, und die von verſchiedenen Phyſikern und unter verſchiedenen Umſtänden erhaltenen Reſultate ſorgfältig mit einander verglichen werden. Nur auf dieſe Art kann man mit Hülfe einer geſunden Kritik zu unerſchütterlichen Theorieen und zu Wahrheiten gelangen, welche über allen Streit erhoben ſind.

Die Wiſſenſchaft macht deſto mehr Anſtrengung nöthig, je mehr ſie an Ausdehnung und an Vollkommenheit gewinnt, und ſie muſs nach einer de-

ſto gröſsern Schärfe ſtreben, je ſchwieriger ihre Unterſuchungen werden.

Eine Geſellſchaft von Männern, welche ſich mit den verſchiedenen Zweigen der Phyſik und der Chemie beſchäftigen, hat ſich in der Abſicht vereinigt, um ihre einzelnen Kräfte durch eine Verbindung zu verſtärken, welche auf gegenſeitige Achtung, und auf Aehnlichkeit der Neigungen und des Studium gegründet iſt, ohne die Nachtheile einer zu zahlreichen Vereinigung zu haben. Folgendes ſind ihre Statuten:

Sie verſammelt ſich alle 14 Tage zu Arcueil. Ihre Zuſammenkünfte ſind beſtimmt, neue Verſuche zu wiederhohlen, welche dieſes durch das Aufſehen, das ſie machen, verdienen, oder welche Beſtätigung erfordern, oder welche von einem Mitgliede der Geſellſchaft vorgeſchlagen ſind, beſonders wenn ſie beſonderer Apparate bedürfen, oder wenn der, der ſie anſtellt, Gehülfen, Zeugen oder Rath dabei zu haben wünſcht.

Alle Abhandlungen, welche unter den Schriften der Geſellſchaft erſcheinen ſollen, werden einer Discuſſion unterworfen; der Verfaſſer behält aber völlige Freiheit der Meinungen, und er hat ſie allein zu verantworten.

Jeder übernimmt es, ein oder mehrere Journale und neu erſcheinende Werke zu leſen, welche die Wiſſenſchaft betreffen, mit der er ſich beſonders beſchäftigt. Der Bericht über ſie wird in der Verſammlung abgeſtattet.

Die Societät iſt ſtolz darauf, den Namen des Hrn. La Place auf der Liſte ihrer Mitglieder zu ſehen.

Der, von welchem der Plan zu dieſer Vereinigung herrührt, findet darin eine ſüſse Genugthuung, daſs er, indem er ſich dem Ende ſeiner Laufbahn nähert, durch dieſen Gedanken viel wirkſamer zum Fortſchritte der Wiſſenſchaften beitrage, denen er ſich gewidmet hat, als er es durch die Arbeiten thun könnte, die er noch auszuführen ſich verſprechen darf.

Die Fortſchritte der Phyſik ſind von einem ziemlich groſsen Intereſſe; denn ihr Zweck iſt, zu den wahren Urſachen der Phänomene hinauf zu ſteigen, die Kräfte der Natur kennen zu lernen, und ſie zur Beförderung der Induſtrie der Menſchen anzuwenden.

Möchte in dieſer Hinſicht der Eifer der Geſellſchaft zu Arcueil die Billigung des höchſten Oberhaupts unſrer Regierung verdienen!

Möchte der Friede, nach dem ſeit langer Zeit das Herz des triumphirenden Helden ſich ſehnt, es ſeinem Genie erlauben, ſeinen befruchtenden Einfluſs über die Künſte und die Wiſſenſchaften zu verbreiten, die ſeinen Ruhm allein würden gemacht haben, wäre ihm nicht das Schickſal der Welt anvertraut worden!

Die Geſellſchaft beſteht aus den Herren:

La Place — Biot
C. L. Berthollet — Gay - Luſſac

Humboldt — Collet-Descostils
Thenard — A. B. Berthollet.
Decandolle

Arcueil den 9ten Julius 1807.

Der erſte Band der Geſellſchaftsſchriften dieſer ausgezeichneten Phyſiker iſt vor einigen Monaten erſchienen, unter dem Titel: *Mémoires de phyſique et de chimie de la Société d'Arcueil*, Tom. I, Paris 1807, 382 S., 8. Er iſt ſo reich an belehrenden Forſchungen und an wahren Erweiterungen der Naturkunde, und bei jedem Aufſatze ſcheint die Idee einer exacten Wiſſenſchaft dem Geiſte ſo lebendig vorgeſchwebt zu haben, daſs wir für die Phyſik zu den höchſten Erwartungen von dieſer Vereinigung ſo vorzüglicher Männer berechtigt ſind. Es verſteht ſich, daſs ich mich beeifern werde, alle Aufſätze aus dieſen Geſellſchaftsſchriften, welche zur Phyſik und zur phyſiſchen Chemie gehören, in dieſen *Annalen der Phyſik* in einer ihrer würdigen Geſtalt erſcheinen zu laſſen; denn auf das bloſse Verdeutſchen kömmt es nicht an, ſondern darauf, ob der Leſer ſich angezogen und zum Weiterforſchen gereizt fühlt, oder ob ihn die Unbehülflichkeit des deutſchen Vortrags verhindert, ein groſses Intereſſe an der Sache zu faſſen, worüber ein aufmerkſamer Leſer Erfahrungen genug gemacht haben wird. Ich mache in dem gegenwärtigen und in dem folgenden Hefte mit den Arbeiten der Herren Biot, Gay-Luſſac und von Humboldt den Anfang. Auch das dürfte belehrend ſeyn, Forſchungen und Aufſätze wie dieſe, neben denen zu finden, welche in dieſen Heften ihnen voran gehen.

Gilb.

III.

UNTERSUCHUNGEN

über die Luft in der Schwimmblaſe der Fiſche,

von

B I O T,
Mitgliede des National-Inſtituts.

Frei überſetzt von Gilbert.

Die Verſuche, von denen ich hier Bericht erſtatte, habe ich auf den Inſeln Yviza und Formentera angeſtellt, während der kurzen Zeit von Muſse, welche mir eine wichtigere Arbeit ließs, die mir von der Regierung war aufgetragen worden. *) Vielleicht hätte ich mit ihrer Bekanntmachung noch zurück halten ſollen, da ich ſie im nächſten Winter

*) Nämlich die Verlängerung des gemeſſenen Meridians in Frankreich, bis nach den baleariſchen Inſeln. Dieſe Inſeln muſsten mit der ſpaniſchen Küſte durch ungeheure Dreiecke verbunden werden; und das iſt jetzt geſchehn. Genau genommen gehören indeſs Yviza und Formentera nicht zu den baleariſchen Inſeln, (dieſer ſind nur drei: Majorka, Minorka und Cabrera,) ſondern zu der Gruppe kleinerer Inſeln, welche man die pithiuſiſchen nennt. Wir zogen die pithiuſiſchen, und insbeſondere Formentera vor, weil ſie die ſüdlichſten ſind. *Biot.*

Fiſchart.	Sauerſtoffgehalt.	Bemerkungen.
8. *Oblada*	0,20	Wird immer nur an der Oberfläche des Meers und nie im Grunde gefangen. Formentera.
9. *Gribia*	0,24	Ein ſchöner Fiſch, grün in Gold ſpielend, das Untere des Bauchs etwas gelblich. Gefiſcht in 14 Mètres Tiefe. Formentera.
10. *Escorbai* (weibl.) (männl.)	0,27 0,25	An demſelben Orte gefangen als der vorige. Formentera.
11. *Tordo* (weibl.) (männl.)	0,24 0,28	Man begreift unter dieſem Namen verſchiedene Arten. Dieſe wurden in geringer Tiefe gefangen; ich habe ſie indeſs in 100 Mèt. Tiefe gefiſcht. Sie brachen ihre Schwimmblaſe nicht aus. Formentera.
12. *Dentol* (weibl.)	0,40	Lebt gewöhnlich in groſsen Tiefen, nähert ſich aber der Küſte, um zu laichen. Dieſer wurde durch einen Zufall in 40 Mèt. Tiefe gefangen; es war ein Weibchen mit einer ungeheuren Menge Eier; ſie wogen über 200 Grammes. Formentera.
13. *Espeton*	über 0,44	Wird immer nur auf offener See in groſsen Tiefen gefangen. Ich hatte nur einen einzigen, und konnte nur Einen Verſuch anſtellen, bei welchem alles Waſſerſtoffgas verzehrt wurde, weſshalb ich nur eine Gränze gefunden habe. Formentera.

Reſultate mit, und zwar behalte ich die Namen der Fiſche bei, aus Furcht, ich möchte mich irren, wenn ich dafür die naturhiſtoriſchen Namen ſetzen wollte:

Fiſchart.	Sauerſtoffgehalt.	Bemerkungen.
1. *Liſſa*	unmerkl.	Ein ſehr kleiner Fiſch, gefangen mit der Angel am Ufer in ſehr geringer Tiefe zu Yviza.
2. *Mugel*	unmerkl.	Ein kleiner Fiſch, gefangen mit dem vorigen.
3. *Murena*	ſehr gering	Das Verbrennen erloſch in der Luft der Blaſe ſogleich; meine Abreiſe verhinderte genauere Verſuche. Die Murena lebt in Löchern in geringer Tiefe. Formentera.
4. *Esparrai* (weibl.)	0,09	Ein kleiner platter und runder Fiſch, den man am Ufer in geringer Tiefe mit der Angel fängt. Formentera.
(männl.)	0,08	
5. *Sargos* (weibl.)	0,09	Gewöhnlich in geringer Tiefe; dieſer wurde in 4 Mètres Tiefe gefangen. Beide Reſultate ſind ſehr genau. Formentera.
(männl.)	0,20	
6. *Vacca*	0,12	Gefangen in 14 Mètres Tiefe; oft fängt man ihn viel tiefer; ich habe ihn aus 100 M. Tiefe herauf gezogen, und dann bricht er ſeine Schwimmblaſe aus. Formentera.
7. *Tordo*	0,16	Gefiſcht in 4 Mèt. Tiefe. Formentera.

hart.	Sauerſtoff-gehalt.	Bemerkungen.
Oblada	0,20	Wird immer nur an der Oberfläche des Meers und nie im Grunde gefangen. Formentera.
Gribia	0,24	Ein ſchöner Fiſch, grün in Gold ſpielend, das Untere des Bauchs etwas gelblich. Gefiſcht in 14 Mètres Tiefe. Formentera.
Escorbai (weibl.) (männl.)	0,27 0,25	An demſelben Orte gefangen als der vorige. Formentera.
Tordo (weibl.) (männl.)	0,24 0,28	Man begreift unter dieſem Namen verſchiedene Arten. Dieſe wurden in geringer Tiefe gefangen; ich habe ſie indeſs in 100 Mèt. Tiefe gefiſcht. Sie brachen ihre Schwimmblaſe nicht aus. Formentera.
Dentol (weibl.)	0,40	Lebt gewöhnlich in groſsen Tiefen, nähert ſich aber der Küſte, um zu laichen. Dieſer wurde durch einen Zufall in 40 Mèt. Tiefe gefangen; es war ein Weibchen mit einer ungeheuren Menge Eier; ſie wogen über 200 Grammes. Formentera.
Espeton	über 0,44	Wird immer nur auf offener See in groſsen Tiefen gefangen. Ich hatte nur einen einzigen, und konnte nur Einen Verſuch anſtellen, bei welchem alles Waſſerſtoffgas verzehrt wurde, weſshalb ich nur eine Gränze gefunden habe. Formentera.

Fiſchart.	Sauerſtoff-gehalt.	Bemerkungen.
14. *Pagrée*	0,50	Findet ſich immer nur in groſsen Tiefen. Dieſer wurde in 120 Mèt. Tiefe gefangen. Yviza.
15. *Pagel*	ſehr viel.	Findet ſich in ähnlichen Tiefen als der vorige. Das Gas bewirkte ein ſehr lebhaftes Verbrennen mit blendendem Lichte; meine Abreiſe verhinderte genauere Verſuche. Formentera.
16. *Mero*	0,69	Gefangen in groſser Tiefe. An der kataloniſchen Küſte fiſcht man ihn manchmahl aus 1000 Mèt. Tiefe. Formentera.
17. *Rehecho*	0,72	Lebt immer in groſsen Tiefen. Formentera.
18. *Lluss* od. *Pescada (la Merluche)*	0,79	Schellfiſche von der anſehnlichen Gröſse wie dieſer, werden nie anders als auf offner See, und wo das Meer ſehr tief iſt, gefangen. Formentera.
19. *Oriola*	0,87	Man fängt ihn immer nur in groſsen Tiefen. Ich habe den Fiſch nicht geſehen, ſondern bloſs die Schwimmblaſe, welche mir von Yviza nach Formentera geſchickt wurde.

Der groſse Gehalt an Sauerſtoffgas der Luft, welche ſich in der Schwimmblaſe der hier zuletzt aufgeführten Fiſche findet, ſchien mir merkwürdig zu ſeyn, und ich habe mir daher alle Mühe gegeben, ihn auſser Streit zu ſetzen. Das Waſſerſtoffgas, deſſen ich mich bedient habe, iſt ſtets in Waſ-

ſer, das gekocht hatte, mit aller möglichen Vorſicht entwickelt worden, und ich verſicherte mich von der Reinheit deſſelben dadurch, daſs ich atmoſphäriſche Luft damit zerlegte. Dieſe hat überall auf der Erde einerlei Miſchung, und ich fand in ihr auf Formentera und auf Yviza jedes Mahl 0,21 Sauerſtoffgas, gerade ſo wie in Paris. Daſs in der Luft der Schwimmblaſen kein Waſſerſtoffgas enthalten war, davon war der Beweis, daſs, wenn ich weniger Waſſerſtoffgas zu ihr hinzu ſetzte, als erfordert wurde, alles in ihr nach meinen Verſuchen enthaltene Sauerſtoffgas zu verſchlucken, und nun den electriſchen Funken hindurch ſchlagen lieſs, die Abſorption ſtets genau der Menge des zugeſetzten Waſſerſtoffgas entſprach. Ich hatte an einem ſo wilden Orte nicht die nöthigen Mittel, um den Antheil der Luft an kohlenſaurem Gas genau zu meſſen, denn dazu wird ein Queckſilber-Apparat erfordert; ich habe mich aber wenigſtens überzeugt, daſs die Menge deſſelben ſehr geringe iſt. Zu dem Ende lieſs ich mehrere Mahl zu der Luft der Schwimmblaſe das nöthige Waſſerſtoffgas in verſchiedenen Portionen hinzu, und brachte darin wiederhohlte Detonationen hervor. Wenn die Luft der Schwimmblaſe eine bedeutende Menge kohlenſaures Gas enthalten hätte, ſo würde auf dieſe Art eine beträchtlichere Abſorption erfolgt ſeyn, als auf das Verbrennen des Waſſerſtoffgas allein kam, weil kohlenſaures Gas von Waſſer, womit man es ſchüttelt, abſorbirt wird; das bemerkte ich aber

bei keinem dieſer Verſuche. Uebrigens werde ich mich jetzt auf dieſe Beobachtung einrichten, um ſie mit aller Genauigkeit anſtellen zu können. Ich hatte bei meiner Abreiſe keinen Gedanken an Verſuche dieſer Art, und ich habe ſie nur unternommen, weil die Gelegenheit ſie mir darbot.

Hier das Detail einiger meiner Analyſen.

1. Mit Luft aus der Schwimmblaſe eines in 120 m. Tiefe gefangenen Fiſches, der auf ſpaniſch Pagrée genannt wird.

	Verſ. 1.	Verſ. 2.	Verſ. 3.
Luft aus der Schwimmblaſe	70	619	99,5 Theile
Zugeſetztes Waſſerſtoffgas	81	635	76
Ganzes Volumen	151	1254	175,5
Rückſtand nach d. Detoniren	46	324	63,2
Alſo Abſorption	105	930	112,3
Alſo Sauerſtoffgas *)	35	310	37,5
und abſorbirt. Waſſerſtoffgas	75	620	75

Der Gehalt der Luft aus der Schwimmblaſe an Sauerſtoffgas betrug alſo nach den erſten Verſuchen $\frac{35}{75} = 0{,}50$ und nach dem zweiten $\frac{310}{619} = 0{,}50$; welches genau überein ſtimmt. In beiden Verſuchen wurde nicht alles zugeſetzte Waſſerſtoffgas abſorbirt, konnte alſo kein Sauerſtoffgas mehr im Rückſtande ſeyn. — Im dritten Verſuche muſsten folglich die 99,5 Theile Luft aus der Schwimmblaſe

*) Nach den Verſuchen der Herren von Humboldt und Gay-Luſſac vereinigen ſich Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas von gleicher Dichtigkeit und gleicher Wärme unter allen Umſtänden dem Volumen nach in dem Verhältniſſe von 1 : 2. (*Annalen*, XX, 38 f.) *Gilb.*

49,7 Theile Sauerſtoffgas enthalten, und bedurften daher wenigſtens 99,5 Theile Waſſerſtoffgas, wenn alles Sauerſtoffgas in ihnen beim Detoniren verzehrt werden ſollte. Nun hatte ich aber nur 76 Theile Waſſerſtoffgas zugeſetzt. Es muſste ſich daher jetzt zeigen, ob jene Luft ſchon Waſſerſtoffgas in wahrnehmbarer Menge in ſich enthielt oder nicht. Beim Detoniren verſchwanden 37,5 Theile Sauerſtoffgas; alſo gerade ſo viel als auf das zugeſetzte Waſſerſtoffgas kömmt, und nicht mehr. Die Luft der Schwimmblaſe enthielt alſo kein Waſſerſtoffgas. Der 1 Theil Unterſchied iſt Fehler des Verſuchs; denn 1 Theil des Eudiometers war kein Millimètre hoch, und ſchon die Verſchiedenheit in der Krümmung der Oberfläche des Waſſers, je nachdem die Röhre mehr oder minder feucht iſt, oder einige Waſſertropfen, welche an den obern Theilen der Röhre adhäriren, ſind hinreichend, einen ſolchen Unterſchied bei Verſuchen zu veranlaſſen, bei denen man wiederhohlt Luft überſteigen läſst.

2. Mit Luft aus der Schwimmblaſe eines in groſser Tiefe gefangenen Schellfiſches (*merluche*), ſpaniſch Pescada genannt.

	erſtes	zweites Mahl	Verſ. 2.
Luft aus der Schwimmblaſe	81		54 Theile
Zugeſetztes Waſſerſtoffgas	95	38	111,5
Ganzes Volumen	176	214	165,5
Rückſtand nach d. Detonation	35	21	36,6
Alſo Abſorption	141	193	129
Alſo Sauerſtoffgas	47	64,3	43
und abſorbirtes Waſſerſtoffgas	94	128,6	86

Da beim erſten Detoniren alles zugeſetzte Waſſerſtoffgas verſchwand, und doch nicht mehr als halb ſo viel Sauerſtoffgas abſorbirt wurde; ſo konnte auch dieſe Luft keine wahrnehmbare Menge Waſſerſtoffgas enthalten. Beim zweiten Detoniren, ſo wie im zweiten Verſuche, wurde nicht alles zugeſetzte Waſſerſtoffgas verſchluckt; es blieb alſo kein Sauerſtoffgas im Rückſtande. Der ganze Gehalt der Luft an Sauerſtoffgas betrug folglich nach dem erſten Verſuche $\frac{64{,}3}{81} = 0{,}794$, nach dem zweiten $\frac{43}{54} = 0{,}796$; woraus das Mittel iſt 0,795.

3. Mit Luft aus der Schwimmblaſe eines Fiſches, der Oriola genannt wird.

	Verſ. 1.	Verſ. 2.	Verſ. 3.
Luft aus der Schwimmblaſe	93	34,5	247 Th.
Zugeſetztes Waſſerſtoffgas	80	70	580
Ganzes Volumen	173	104,5	827
Rückſtand nach d. Detoniren		15	184
Alſo Abſorption		89,5	643
Alſo Sauerſtoffgas		29,83	214,3
und abſorbirt. Waſſerſtoffgas		59,7	428,7

Beim erſten Verſuche zerſprang das Eudiometer in der ſehr ſtarken Detonation. In den beiden andern Verſuchen war alles Sauerſtoffgas abſorbirt worden, und es betrug der Sauerſtoffgehalt der Luft $\frac{29{,}83}{34{,}5} = 0{,}865$ und $\frac{214{,}3}{247} = 0{,}868$, im Mittel alſo 0,867.

Sieht man die vorſtehende Tabelle mit einiger Aufmerkſamkeit durch, ſo findet ſich noch Eine

Merkwürdigkeit. Die in geringen Tiefen gefangenen Fiſche enthalten in der Luft ihrer Schwimmblaſe nur wenig Sauerſtoffgas und viel Stickgas; alle dagegen, welche aus einer bedeutenden Tiefe gekommen ſind, viel Sauerſtoffgas und weniger Stickgas. Dieſes wird ſelbſt durch die Fiſche der ſüſsen Gewäſſer beſtätigt, welche nur in ſehr unbedeutender Tiefe leben. Denn in Paris habe ich gefunden in der Luft aus der Schwimmblaſe

eines in der Seine gefangenen Karpfens	0,03 Sauerſtoffgas
und eines Schleies *(tanche)*	0,16

Den letzten Verſuch habe ich zwar nur Ein Mahl gemacht, doch halte ich ihn für genau. In keinem andern Fiſche ſüſser Waſſer hat man in der Luft der Schwimmblaſe ſo viel Sauerſtoff gefunden, als ich in dieſem Schleie; der Verſuch verdiente daher wiederhohlt zu werden. Die Herren Geoffroy und Vauquelin fanden bei ähnlichen Verſuchen in der Luft aus der Schwimmblaſe

der Hechte	0,05 Sauerſtoffgas
der Schmerlen *(loches)*	0,05
der Bärſche *(perches fluviatiles)*	0,05

und nur eine ſehr geringe Menge kohlenſaures Gas, von deſſen Gegenwart ſie ſich vermittelſt eines Queckſilberapparats überzeugt haben. Schon vor langer Zeit hatte Herr Fourcroy bekannt gemacht, daſs die Luft in der Schwimmblaſe der Karpfen auſserordentlich reich an Stickgas ſey, und Hr. von Humboldt hat in der Schwimmblaſe des *Gymnotus electricus*, der an der Oberfläche einer

flachen See gefangen worden war, nur einige Hundertel Sauerſtoffgas gefunden. *)

Ich weiſs keine Urſache für dieſe Sonderbarkeit zu finden. Auch weiſs ich nicht, ob ſie ſich in der Folge durch ferner anzuſtellende Verſuche beſtätigen wird; vielleicht könnte ſie ein bloſser Zufall ſeyn; doch hat ſie ſich mir bis jetzt mit ſo vieler Beſtändig-

*) Ich ſetze hierher die ganze Stelle, wo Herr Freiherr von Humboldt in ſeinen meiſterhaften *Beobachtungen über den electriſchen Gymnotus des neuen Welttheils* von der Luft in deſſen Schwimmblaſe ſpricht: „Es war ſeit einiger Zeit behauptet worden, die Blaſe der Fiſche, weit entfernt, ſtets voll reines Stickgas zu ſeyn, wie es Fourcroy in ihr entdeckt hat, enthalte vielmehr in einigen Arten von Fiſchen Waſſerſtoffgas, ſelbſt eine groſse Menge Sauerſtoffgas. Der Prof. Configliati, ein Schüler Volta's und ſein Nachfolger in der Profeſſur der Phyſik zu Pavia, hat in den Schwimmblaſen mehrerer Seefiſche nahe bei dem Golfo de la Spezia, bis auf 0,40 Sauerſtoffgas mit Hülfe des Phosphors gefunden, wobei nur ein Irrthum von 0,01 bis 0,02 möglich iſt. Ich unterſuchte im März 1800 $14\frac{1}{2}$ Kubikzoll Luft aus der Schwimmblaſe eines Gymnotus electricus; ſie enthielt kein kohlenſaures Gas, war nicht entzündlich, und enthielt höchſtens 0,04 Sauerſtoffgas, nach einer ſorgfältigen Prüfung mit Salpetergas. Bis jetzt iſt der Rückſtand noch nie mit hinlänglicher Sorgfalt auf Waſſerſtoffgas geprüft worden. Das Ganze iſt ein für die chemiſche Phyſiologie der Fiſche wichtiger Gegenſtand.“ *Gilb.*

ſtändigkeit gezeigt, daſs ſie ſelbſt den Matroſen nicht entging, welche mir bei dieſen Verſuchen halfen. Wenn uns ein neuer Fiſch gebracht wurde, oder wenn wir ſelbſt einen fingen, ſo beſtimmten ſie ſogleich, ob er in groſser oder in geringer Tiefe lebe, und ſagten danach voraus, ob die Detonation ſtark oder ſchwach werden würde. Sie ſagten mir dieſes insbeſondere auch von dem Fiſche voraus, den ich unter dem Namen: Oriola, aufgeführt habe, ohne ihn ſelbſt zu ſehen. Man hatte mir von Yviza nach Formentera zwei Schwimmblaſen von dieſen Fiſchen geſchickt; ſie waren ſehr klein, und konnten, hiernach zu urtheilen, keinen Fiſchen von einer bedeutenden Gröſse angehören. Auch erhielt ich ſie erſt zwei Tage nach dem Tode des Thiers, und es könnte daher ſcheinen, ein Theil des Sauerſtoffgas in der Schwimmblaſe ſey ſchon abſorbirt worden. Und doch zerſprengte die Luft aus dieſen Schwimmblaſen beim Detoniren mein Eudiometer, und zeigte mir einen Sauerſtoffgehalt von 0,87.

Dieſe Verbindung, worin die Tiefe, aus der der Fiſch kömmt, mit der Beſchaffenheit der Luft in der Schwimmblaſe ſteht, muſs uns noch ſonderbarer, ja ſelbſt wenig wahrſcheinlich ſcheinen, wenn wir ſie nach der gewöhnlichen Meinung vom Nutzen der Schwimmblaſe beurtheilen, daſs dieſe Blaſe nämlich dem Fiſche dazu diene, ſich nach Willkühr an die Oberfläche zu erheben, oder ſich in die Tiefe hinab zu ſenken. Die Tiefe, in welcher man

einen Fiſch finge, wäre alsdann etwas bloſs Zufälliges, und es wäre kein feſtes Verhältniſs zwiſchen ihr und zwiſchen dem gewöhnlichen Zuſtande ſeiner Conſtitution denkbar.

Dieſer Einwurf läſst ſich indeſs mit der beſtändigen Erfahrung aller Fiſcher beantworten, daſs jede Art von Fiſchen in derſelben Jahrszeit ſich immer in einerlei Gegend und in einer ihr eignen und beſtimmten Tiefe aufhält. Eine Art fängt man immer nur am Ufer, in 2 oder 3 Klaftern Tiefe; eine andere immer nur fern von der Küſte, in einer Tiefe von 200 oder 300 Klaftern. Dieſes ſchon muſs es minder auffallend machen, daſs ſich zwiſchen der Conſtitution der Fiſche und der Tiefe, in welcher ſie leben, ein gewiſſer Zuſammenhang findet, ohne daſs man deſshalb die Urſache kennt, die ſie dort zurück hält.

Was noch mehr iſt! Die gewöhnliche Vorſtellung von einem unbeſchränkten Vermögen, vermittelſt der Schwimmblaſe im Waſſer in die Höhe oder hinab zu ſteigen, würde für die meiſten Arten von Fiſchen unrichtig ſeyn. Plötzliche Veränderungen in der Tiefe ſcheinen jedem Fiſche nur innerhalb gewiſſer Gränzen verſtattet zu ſeyn, die er nicht anders als mit der Zeit, indem die Natur ſeine Conſtitution allmählig verändert, zu überſchreiten vermag.

Die erſte Beobachtung, welche mich hierauf führte, habe ich zufällig gemacht, als ich mich bei der Meſſung des Meridians auf der Station zu Camp-

vey aufhielt. Es wurde von Yviza aus dorthin ein ziemlich grofser Fifch gefchickt, den die Spanier Mero nennen. Mit Verwunderung fah ich, dafs ihm das Maul weit aufftand, und dafs es ganz mit einem runden elaftifchen Körper gefüllt war. Mein Erftaunen wuchs noch mehr, als ich in diefem Körper die Schwimmblafe erkannte, welche mehrere Tage nach dem Tode des Fifches von der Luft, die fie enthielt, noch eben fo ftark aufgeblafen war. Ich kann nicht fagen, ob die Membrane der Blafe nackt, oder noch mit der Membrane des Magens bedeckt war; ich achtete damahls auf diefen Umftand nicht, und hielt die ganze Sache für einen blofsen Zufall, oder für etwas diefem Fifche eigenes. Als ich aber einige Tage darauf felbft auf den Fifchfang an dem fteilen nördlichen Felfenufer der Infel fuhr, wo das Meer über 100 Mètres tief ift, bemerkte ich, dafs die meiften Fifche, welche wir aus der Tiefe herauf zogen, befonders die mit einem breiten Maule, ebenfalls ihre Schwimmblafen ausbrachen, und es fand fich in ihrem Rachen oder vielmehr in ihrem Schlunde ein Theil ihrer Eingeweide. Diefes war befonders merklich bei der kleinen Art, welche man hier Vacca nennt; und doch wufste ich aus Erfahrung, dafs Fifche diefer Art zuweilen in fehr geringen Tiefen ganz dicht am Ufer gefangen werden, und dafs fie dann ihre Schwimmblafe nicht ausbrechen. Da diefe Erfcheinung, wie ich hieraus fah, nicht Einer Art von Fifchen ausfchliefslich angehörte, fo liefs fie fich auch

nicht für etwas dem Analoges halten, was in einigen Thieren vorgeht, die bei der geringſten Gemüthsbewegung ihre Eingeweide ausbrechen. Endlich verſicherten mir alle meine Matroſen, daſs dieſe Erſcheinung bei den Fiſchen, die in groſsen Tiefen gefangen werden, ſehr häufig ſey. Alles das ſchien mir darauf zu deuten, daſs die Urſache in der plötzlichen Verdünnung der in der Schwimmblaſe enthaltenen Luft zu ſuchen iſt, welcher der Fiſch weder die Zeit hat zu entſprechen, noch die Kraft zu widerſtehen.

Bekanntlich iſt der Druck einer Säule von Meerwaſſer von 10 Mètres Höhe, ſo ſtark als der Druck der Atmoſphäre. In einer zehnfach gröſsern Tiefe iſt dieſer Druck zehn Mahl gröſser; und rechnet man dazu den Druck der Atmoſphäre ſelbſt, ſo ſieht man, daſs der Körper dieſer kleinen Fiſche in einer Tiefe von 100 Mètres einen 11 Mahl ſo groſsen Druck als den der Atmoſphäre auszuhalten hatte. War folglich die Luft in der Schwimmblaſe demſelben Drucke unterworfen, ſo muſste ſie ſich, als der Fiſch an die Oberfläche des Waſſers herauf gezogen wurde, um das 11fache ausdehnen. Wie es ſcheint, konnte weder der Fiſch die Luft ſchnell genug aus der Schwimmblaſe heraus laſſen, noch hatte er hinreichende Kraft, dieſer Ausdehnung ſich zu widerſetzen: auch war die Probe weit härter, als wenn man ihn ſchnell von der Oberfläche des Waſſers in den luftleeren Raum verſetzt hätte. Die Blaſe zerriſs daher ihre Ligamente, und im

Anſchwellen dehnte ſie ſich bis an das Maul aus, wo ſie einen ihrem erlangten Volumen mehr entſprechenden Raum fand. Dieſe Wirkung wurde vielleicht durch die ſenkrechte Lage begünſtigt, in der der Fiſch erhalten wird, indem man ihn an der Angel aus der Tiefe des Meeres herauf zieht. Denn man fiſcht in ſo groſsen Tiefen nie anders als mit der Angel. Das Seil, an der die Angel hängt, wird durch ein Stück Blei, das am untern Ende befeſtigt iſt, bis an den Boden des Meeres herab gezogen, nach Art der Sonde; wenn es aufhört ſchwer zu ſeyn, ſo iſt das eine Anzeige, daſs der Grund erreicht iſt, und man ſchlieſst aus der Länge des abgewundenen Seils auf die Tiefe.

Dieſe Erklärung ſetzt keinesweges voraus, daſs die Schwimmblaſe in der Tiefe ſchon ganz voll Luft geweſen ſey; ſie konnte dort nur halb ſo viel Luft enthalten, als nöthig war, ſie ganz anzuſchwellen, und doch beſteht die Erklärung. Aber weſentlich ſetzt ſie voraus, daſs der Druck, den der Fiſch von auſsen her litt, auch in ſeinem Innern Statt fand, und daſs er alſo nicht etwa die Schwimmblaſe durch ſeinen Körper gegen den äuſsern Druck ſchützen konnte; und erſteres iſt in der That allein denkbar. Der Fiſch vermag jenen ungeheuern Druck nur dadurch zu ertragen, daſs dieſer von auſsen und von innen ganz gleich, und daher alles im Zuſtande des Gleichgewichts iſt; gerade ſo wie das mit uns in Hinſicht der Atmoſphäre der Fall iſt. Denn daſs es mit Schwimmblaſen verſehene Fiſche giebt,

welche in ſehr groſsen Tiefen leben, ohne je an die Oberfläche des Meeres herauf zu kommen, daran iſt nach der täglichen Erfahrung der Fiſcher ſchwerlich zu zweifeln. Auf jeden Fall gebe ich meine Erklärung ſelbſt für nichts mehr, als für eine Vermuthung, denn ich weiſs ſehr wohl, daſs bei dem Studium der Naturerſcheinungen die plauſibelſten Inductionen häufig trügen, wenn ſie nicht aus der Berechnung abgeleitet, oder unmittelbar durch die Thatſachen bewährt ſind.

Die Erſcheinung, welche ich beſchrieben habe, findet nicht in allen Arten von Fiſchen Statt, die man aus einer groſsen Tiefe herauf zieht, ſondern in einigen iſt die Organiſation dem zuwider; es ſey nun, daſs die Schwimmblaſe in ihnen ſo im Körper befeſtigt iſt, daſs ſie nicht, ohne zu zerreiſsen, aus dem Innern hervor treten kann, oder daſs ihr Schlund zu enge iſt, um die Blaſe hindurch zu laſſen; oder daſs in ihnen der die Luft ausſcheidende Kanal der Schwimmblaſe weit genug iſt, um augenblicklich die Luft hinaus zu laſſen, welche ohnedies die Blaſe widernatürlich anſchwellen würde.

Ich habe die anatomiſchen Umſtände, welche dieſes Herausbrechen der Schwimmblaſe begleiten, nicht unterſucht; *) nur ſo viel habe ich bemerkt,

*) Einige ſehr berühmte Naturhiſtoriker haben dieſe Thatſache ſo unglaublich gefunden, daſs ſie meinen, ich möchte mich geirrt, und irgend ein anderes Organ für die Schwimmblaſe genommen haben, z. B. die Membrane des Magens, die plötz-

dafs, wenn man das Thier öffnet, um die Schwimmblafe heraus zu nehmen, man immer in dem Schlunde einen Theil der Eingeweide findet. Davon aber habe ich mich, wie gefagt, fehr gewifs überzeugt, dafs diefelben Fifche, welche ihre Schwimmblafe ausbrechen, wenn man fie aus einer grofsen Tiefe herauf zieht, diefes nicht thun, wenn fie an einem feichten Orte gefangen werden.

Der Fifch, welchen ich unter dem Namen: Mero, aufgeführt habe, wird an der katalonifchen Küfte häufig in einer Tiefe von 1000 Mètres gefangen, wo er unter einem 100fachen Drucke der Atmofphäre lebt. Er ift dann in der Regel ziemlich grofs und ftark, und zerreifst mitunter die Leine, an welcher der Angelhaken befeftigt ift. Defshalb ift er jedoch nicht verloren, hatte man ihn nur fchon 50 Klaftern hoch herauf gezogen: denn dann mufs er, weil die Schwimmblafe fich ausgedehnt hat, zur Oberfläche hinauf, wobei die Blafe fich unaufhaltfam immer weiter ausdehnt; und da er die Oberfläche des Waffers nicht wieder verlaffen kann, fo ift er nun leicht zu fangen. Fifcher haben mich

lich vielleicht fo ftark angefchwollen fey, um ihr zu gleichen. Ich habe indefs diefe Sache fo oft gefehen, dafs mir eine folche Täufchung unmöglich fcheint; die Wahrheitsliebe fordert jedoch, dafs ich jene Bemerkung hier anführte; und fie ftehe hier, bis ich diefelbe Erfcheinung mit unterrichtetern Augen werde wieder gefehen haben.

Biot.

Luft beraubt ist, sterben. Dass man noch in Tiefen von 1000 Mètres Fische mit Schwimmblasen findet, ist folglich ein Beweis, dass das Wasser in diesen Tiefen noch die zum Athmen dieser Fische nöthige Luft enthält. Denn da sie das Luftvolumen, welches sich in ihrer Schwimmblase befindet, nicht in ihrem Innern zurück zu behalten vermögen, wenn man sie schnell an die Oberfläche des Wassers hinauf zieht, so ist es unmöglich, dass sie mit diesem Luftvolumen in die Tiefe hätten hinab steigen können. Nothwendig haben sie die Luft allmählig absorbiren müssen, so wie sie tiefer hinab steigen, und so wie der zunehmende Druck die Luft in ihrer Blase in einen immer geringern Raum zusammen presste. Dieses könnte uns veranlassen, zu glauben, die in grossen Tiefen in dem Meerwasser enthaltene Luft sey sehr viel reiner als die an der Oberfläche, da die Luft in den Schwimmblasen der Fische, welche grosse Tiefen bewohnen, so sehr viel reiner ist; allein dieser letzte Schluss würde ungegründet seyn. Denn es enthält zwar das aus einer Tiefe von 800 Mètres herauf gezogene Meerwasser allerdings noch Luft, aber sie ist keinesweges reiner als die Luft des Meerwassers an der Oberfläche. Ich habe in ihr nur 0,28 Sauerstoffgas gefunden; das übrige ist Stickgas, vielleicht mit etwas kohlensaurem Gas vermischt, welches mir nicht möglich gewesen ist auszumachen. Es kann hierbei ein Irrthum von 0,02 bis 0,03 Statt finden, da ich den Versuch nur mit einer sehr kleinen Menge von Wasser anstellen

konnte; doch geht die Ungewiſsheit nicht über dieſe Gränzen.

Um Meerwaſſer aus ſo groſsen Tiefen zu ſchöpfen, ohne es mit der Luft oder mit Waſſer aus den obern Schichten zu vermengen, habe ich mich folgenden Mittels bedient. Ich lieſs ein koniſches Gefäſs aus Kupfer mit einem Deckel verfertigen, der ſich vermittelſt einer Feder, die beſtändig auf ihn drückt, von ſelbſt ſchloſs. Ein ſolider Kegel von Bronce füllte das Innere dieſes Gefäſses genau aus, und ragte noch aus der Oeffnung hervor, ſo daſs er den Deckel geöffnet hielt. An zwei gegen über ſtehenden Seiten des Gefäſses waren zwei ſenkrechte Kupferbleche angebracht, und an ſie befeſtigte man zwei Seile, die ſich in einiger Entfernung in eins vereinigten, ſo daſs das herab hängende Inſtrument nicht von ſelbſt umſchlagen konnte. Wollte ich damit den Verſuch machen, ſo lieſs ich es in das Meer bis zu der beſtimmten Tiefe hinab, und zog dann einen kleinen loſe hängenden Bindfaden an, der an dem untern Theile deſſelben befeſtigt war. Er brachte das Inſtrument zum Umſchlagen; der Konus von Bronce, der nun keinen Halt mehr hatte, gleitete allmählig durch ſein Gewicht getrieben heraus, an die Stelle deſſelben drang Meerwaſſer ein, und wenn der Konus ganz hinaus war, ſo ſchloſs die Feder den Deckel. Man zog alsdann den Apparat herauf, wobei das Waſſer im Innern deſſelben auſser aller Verbindung, ſo wohl mit der Luft, als mit den obern Waſſerſchichten geſetzt

Luft beraubt ist, sterben. Dass man noch in Tiefen von 1000 Mètres Fische mit Schwimmblasen findet, ist folglich ein Beweis, dass das Wasser in diesen Tiefen noch die zum Athmen dieser Fische nöthige Luft enthält. Denn da sie das Luftvolumen, welches sich in ihrer Schwimmblase befindet, nicht in ihrem Innern zurück zu behalten vermögen, wenn man sie schnell an die Oberfläche des Wassers hinauf zieht, so ist es unmöglich, dass sie mit diesem Luftvolumen in die Tiefe hätten hinab steigen können. Nothwendig haben sie die Luft allmählig absorbiren müssen, so wie sie tiefer hinab steigen, und so wie der zunehmende Druck die Luft in ihrer Blase in einen immer geringern Raum zusammen presste. Dieses könnte uns veranlassen, zu glauben, die in grossen Tiefen in dem Meerwasser enthaltene Luft sey sehr viel reiner als die an der Oberfläche, da die Luft in den Schwimmblasen der Fische, welche grosse Tiefen bewohnen, so sehr viel reiner ist; allein dieser letzte Schluss würde ungegründet seyn. Denn es enthält zwar das aus einer Tiefe von 800 Mètres herauf gezogene Meerwasser allerdings noch Luft, aber sie ist keinesweges reiner als die Luft des Meerwassers an der Oberfläche. Ich habe in ihr nur 0,28 Sauerstoffgas gefunden; das übrige ist Stickgas, vielleicht mit etwas kohlensaurem Gas vermischt, welches mir nicht möglich gewesen ist auszumachen. Es kann hierbei ein Irrthum von 0,02 bis 0,03 Statt finden, da ich den Versuch nur mit einer sehr kleinen Menge von Wasser anstellen

nicht blofs ausgedrückt, und mechaniſch in ſie hinein geleitet, ſondern in dem Innern derſelben durch eigne Gefäſse geſondert und abgeſchieden wird; wie das Cuvier behauptet hat, von dem dieſe Gefäſse in einigen Fiſcharten beobachtet und beſchrieben worden ſind. Denn in dieſem Falle fällt die Einwendung fort, daſs das andere Gas im Innern des Fiſches durch einen Act der Reſpiration verſchluckt ſeyn könne, wie das bei den Fiſchen der Fall iſt, die in geringen Tiefen gefangen werden, und deren Schwimmblaſen faſt reines Stickgas enthalten. An ſich ſchon iſt es, wie es mich dünkt, eine ſehr merkwürdige Erſcheinung, daſs ſich eine Luft, die ſo auſserordentlich reich an Sauerſtoffgas iſt, in einem Organe vorfindet, deſſen Membranen mit unendlich vielen Blutgefäſsen bekleidet ſind, von denen man glauben ſollte, daſs ſie den Sauerſtoff verſchlucken müſsten. *)

---

*) Herr Erman in Berlin verzeihe es mir, wenn ich dem Reize nicht widerſtehen kann, aus einem ſeiner lehrreichen Briefe, die nicht zur Bekanntmachung beſtimmt ſind, eine Stelle hierher zu ſetzen: „Nächſtens erhalten Sie für die Annalen ei„nen Beitrag zu Biot's Beobachtungen über die „Luft in der Schwimmblaſe der Fiſche. Die Hoff„nung, oder wenigſtens der Wunſch, bei irgend „einem unſrer Fiſche electriſche Phänomene, ſey „es auch nur am Froſchpräparate, wahrzunehmen, „führte mich allmählig zu dieſem Gegenſtande, den „ich ſeit mehrern Monaten mit möglichem Fleiſse

war. Der Konus aus Bronce ging nicht verloren, er blieb vermöge eines Fadens an dem untern Theile des Apparats hängen.

Mit diesem Instrumente lassen sich vielerlei Versuche anstellen: über die Menge und die Art der Luft, welche das Meerwasser in grosen Tiefen und nahe an der Oberfläche enthält; über den Salzgehalt der verschiedenen Wasserschichten, u. d. m.; Versuche, die vielleicht einiges Licht über die Phänomene verbreiten werden, welche an dem Boden dieser Abgründe vor sich gehn, und über die Natur und Organisation der Thiere und der Pflanzen, welche dort vorhanden seyn mögen. Es ist mein Vorsatz, mich bei meiner nächsten Reise mit Versuchen dieser Art zu beschäftigen; ich wünschte indess, dass sie auch andere Beobachter, welche unterrichteter sind und mehr Muse haben als ich, interessant genug dünken möchten, um sich mit ihnen zu beschäftigen.

Es scheint mir, dass sich aus den Resultaten, welche ich bis jetzt erhalten habe, schon einige fruchtbare Folgerungen ziehen lassen. Da die Fische, und vorzüglich die, welche in einer grosen Tiefe leben, die Luft in ihrer Schwimmblase nothwendig aus dem Wasser ziehen müssen, in welchem sie leben, in gewissen Arten aber diese Luft ausserordentlich viel reicher an Sauerstoffgas ist, als die Luft, welche man aus dem Wasser in jeder Tiefe erhält; so ist es sehr wahrscheinlich, dass die Luft in den Schwimmblasen der Fische aus dem Wasser

nicht blofs ausgedrückt, und mechaniſch in ſie hinein geleitet, ſondern in dem Innern derſelben durch eigne Gefäſse geſondert und abgeſchieden wird; wie das Cuvier behauptet hat, von dem dieſe Gefäſse in einigen Fiſcharten beobachtet und beſchrieben worden ſind. Denn in dieſem Falle fällt die Einwendung fort, daſs das andere Gas im Innern des Fiſches durch einen Act der Reſpiration verſchluckt ſeyn könne, wie das bei den Fiſchen der Fall iſt, die in geringen Tiefen gefangen werden, und deren Schwimmblaſen faſt reines Stickgas enthalten. An ſich ſchon iſt es, wie es mich dünkt, eine ſehr merkwürdige Erſcheinung, daſs ſich eine Luft, die ſo auſserordentlich reich an Sauerſtoffgas iſt, in einem Organe vorfindet, deſſen Membranen mit unendlich vielen Blutgefäſsen bekleidet ſind, von denen man glauben ſollte, daſs ſie den Sauerſtoff verſchlucken müſsten. *)

---

*) Herr Erman in Berlin verzeihe es mir, wenn ich dem Reize nicht widerſtehen kann, aus einem ſeiner lehrreichen Briefe, die nicht zur Bekanntmachung beſtimmt ſind, eine Stelle hierher zu ſetzen: „Nächſtens erhalten Sie für die Annalen ei„nen Beitrag zu Biot's Beobachtungen über die „Luft in der Schwimmblaſe der Fiſche. Die Hoff„nung, oder wenigſtens der Wunſch, bei irgend „einem unſrer Fiſche electriſche Phänomene, ſey „es auch nur am Froſchpräparate, wahrzunehmen, „führte mich allmählig zu dieſem Gegenſtande, den „ich ſeit mehrern Monaten mit möglichem Fleiſse

IV.

Eine Notiz.

Herr Gay-Luſſac hat in der Geſellſchaft von Arcueil am 12ten Junius 1807 eine Notiz vorgeleſen, in welcher er ankündigt, daſs er beim Vergleichen des ſpec. Gewichts der Körper mit ihrer Sättigungs-Capacität folgendes Geſetz wahrgenommen hat: *Je gröſser das ſpecifiſche Gewicht eines Körpers iſt, deſto kleiner iſt die Sättigungs-Capacität deſſelben.* Auch hat er bemerkt, daſs bei *der Verbindung der Säuren mit den Alkalien, ihre Capacitäten unabhängig ſind von ihrem Gehalt an Sauerſtoff.* Zum Beweiſe dieſer beiden Geſetze führte er eine Menge von Thatſachen an, die er von Verbindungen verſchiedener Art entlehnt hat. Bevor er jedoch beide als unbeſtreitbare Wahrheiten aufſtellt, will er ſie noch durch neue Verſuche prüfen.

„bearbeitet habe. — Ich will damit noch fortfah-
„ren, in der Hoffnung, der Aufenthalt der Fiſche
„unter der Eisdecke werde vielleicht etwas inte-
„reſſantes liefern. Aus einigen hundert Analyſen
„ergeht bis jetzt — — — Bei dieſen Arbeiten
„habe ich mich gelegentlich ſehr mit der Natur-
„geſchichte der Fiſche beſchäftigt, und endlich es
„gewagt, die Bloch'ſche Sammlung, die ganz
„durch einander geworfen war, nach Dume-
„ril's vortrefflicher *Zoologie analytique* zu ord-
„nen. — —“ *Gilb.*

V.

Eine Berichtigung, die Haarröhrchen betreffend.

von

L. A. von Arnim.

Herr Hällſtröm, (*Annalen der Phyſik*, B. 14, S. 425,) machte mich durch ſeine Gegenverſuche auf die von mir, (*Annalen*, B. 4, S. 376,) angeſtellten Verſuche mit Haarröhrchen wieder aufmerkſam, deren Theorie durch La Place's Arbeit eben einen bedeutenden Fortſchritt gewonnen hat. Ich hatte das Vergnügen, in Geſellſchaft des Herrn Prof. Gilbert eine Reihe von genauen Verſuchen mit einem Haarröhrchen zu machen, die in ihren Reſultaten mit den Hällſtröm'ſchen völlig übereinſtimmten, ſo daſs ich es überflüſſig finde, die einzelnen Zahlenreihen abzuſchreiben; ich glaube jetzt daran, *daſs die gröſsere Länge keinen Einfluſs hat auf den Stand der Flüſſigkeit* im Haarröhrchen; überhaupt *was in der Berührung allein möglich, wirkt nicht in der Entfernung.* Ob mein Irrthum, wie Herr Hällſtröm meint, durch Ausſaugen der Röhre zwiſchen den Verſuchen, entſtanden, möchte ich läugnen, wenn nicht für mich eine faſt unendliche Entfernung zwiſchen jener Zeit und mir läge. Da ich es nicht auf die Zeit ſchieben kann, die ſich auch für die Haarröhrchen mochte geändert haben, *ſo mögen vielleicht manche* Röhren

durch das Abbrechen in ihrer Form und Weite geändert werden? — Ich danke Herrn Hällström für die wissenschaftliche Aufmerksamkeit, die er meinen Versuchen geschenkt hat; eine Aufmunterung, die mir in Deutschland nicht geworden: mit Bequemlichkeit wollte ich ein Paar Dutzend Akademieen mit den Vermuthungen, Andeutungen der verschiedenen Mitarbeiter an den Annalen viele Jahre beschäftigen, wenn es die Akademieen überhaupt nicht bequemer fänden, unbeschäftigt zu seyn. Europa ist jetzt so verbunden, dass darin wie in einem einzigen Laboratorium gearbeitet werden müsste mit sichern Fortschritten; was ich aber bisher bemerkte, bestätigte mir die eine traurige Erfahrung; es giebt fast keinen einzigen grossen ächt brauchbaren physikalischen Apparat, der gebraucht würde; die Jugend zerarbeitet indessen ihre beste Lust und Kraft in völlig unzulänglichen Mitteln, schlechten Instrumenten, Zeitmangel, u. s. w., und wir können immer zufrieden seyn mit dem, was also geleistet worden.

VI.

Noch eine Berichtigung.

Seite 283 der *Mémoires de la Société d'Arcueil* wird von Herrn Berthollet das allgemein geschätzte physikalische Wörterbuch Herrn Gehen beigelegt. Nicht für Deutsche, nur für Ausländer die Bemerkung, dass Gehler, der leider nicht mehr lebt, und Gehlen zwei ganz verschiedene Männer sind.

Lino

Taf. I

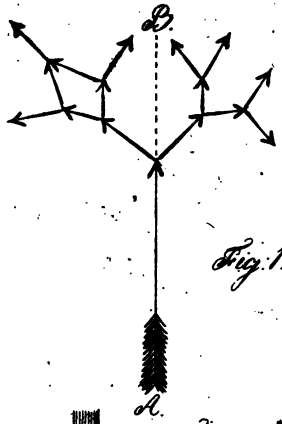


Fig. 1.

Fig. 2.

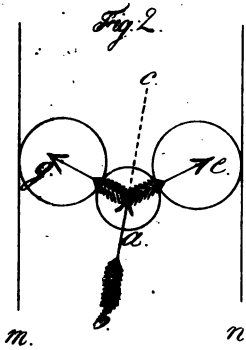


Fig. 3.

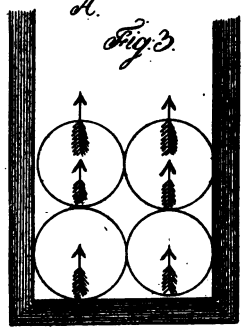


Fig. 4.

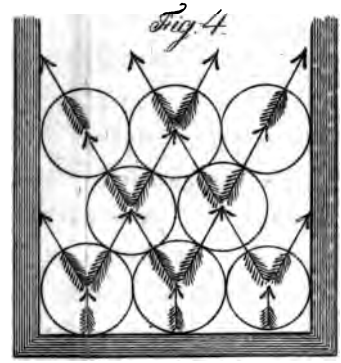
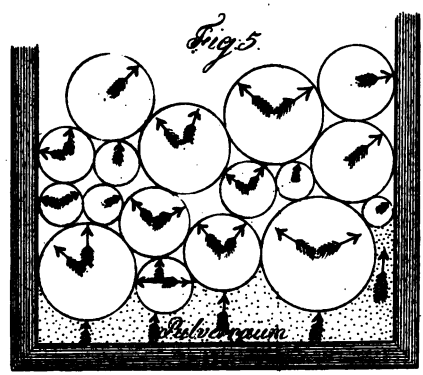


Fig. 5.



A. B.

Gilb. Ann. d. Phys. 26. B. 1. St.

Fig. 1

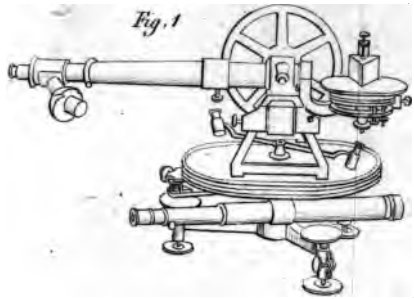
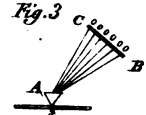


Fig. 3



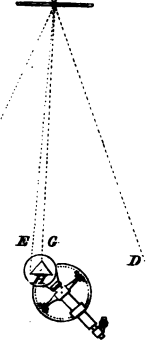


Fig. 2

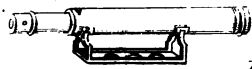


Fig. 10

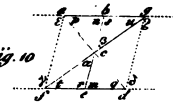


Fig. 4

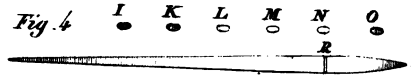
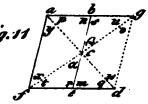


Fig. 11



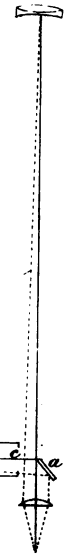


Fig. 7

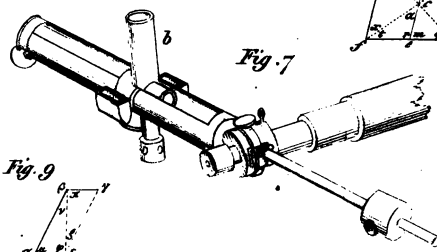
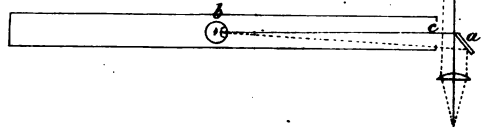


Fig. 9

Fig. 8



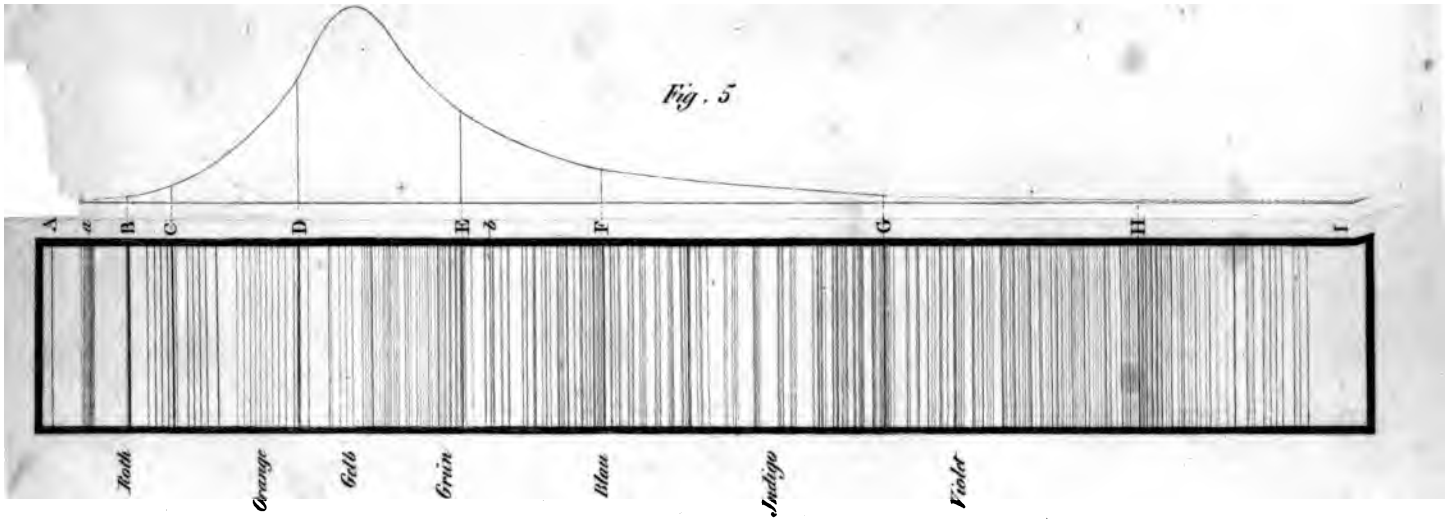
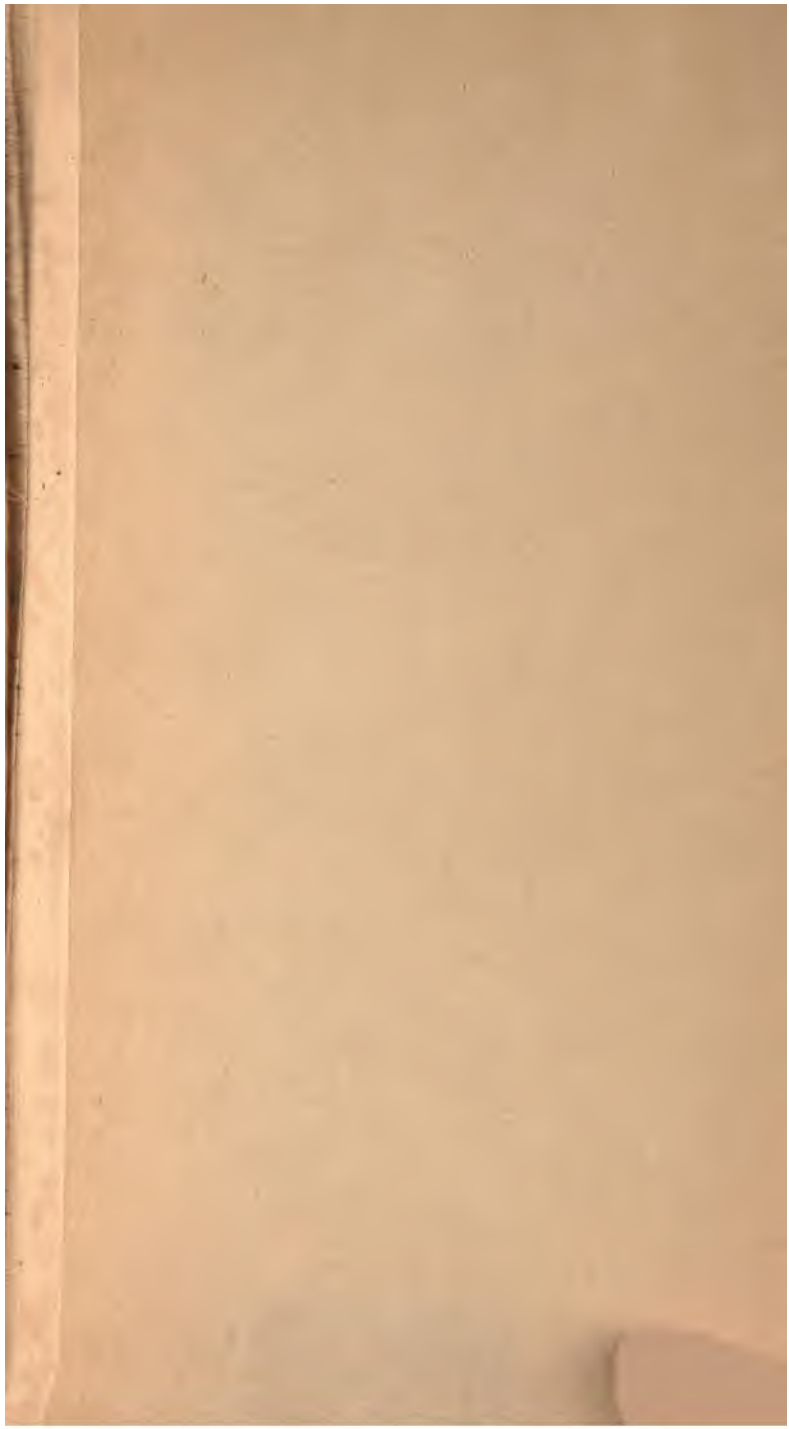


Fig. 5

Fig. 6.



APR 13 1937